

AL MINISTERO DELL'INDUSTRIA DEL COMMERCIO E DELL'ARTIGIANATO

UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI - ROMA

DOMANDA DI BREVETTO PER INVENZIONE INDUSTRIALE, DEPOSITO RISERVE, ANTICIPATA ACCESSIBILITÀ AL PUBBLICO

MODULO A

A. RICHIEDENTE (I)

1) Denominazione **OLIVETTI I-JET S.P.A.**

Residenza **LOCALITA' LE VIEUX - 11020 ARNAD (AO)**

2) Denominazione

Residenza

codice **00861320018**

codice

B. RAPPRESENTANTE DEL RICHIEDENTE PRESSO L'U.I.B.M.

cognome e nome

cod. fiscale

denominazione studio di appartenenza

via

n.

città

cap

(prov)

C. DOMICILIO ELETTIVO destinatario **BOBBIO Giampiero c/o Ing. C. Olivetti & C. S.P.A.**

via

G. Jervis

n. **77**

città **IVREA**

cap **10015**

(prov) **TO**

D. TITOLO

classe proposta (sez/cl/sci)

B 4 1 J

gruppo/sottogruppo

3 / 0 4

TESTINA DI STAMPA COMPOSITA A GETTO D'INCHIOSTRO E RELATIVO PROCEDIMENTO DI REALIZZAZIONE

ANTICIPATA ACCESSIBILITÀ AL PUBBLICO: SI NO **X**

SE ISTANZA: DATA

N° PROTOCOLLO

E. INVENTORI DESIGNATI

cognome nome

cognome nome

1) **CONTA Renato**

3)

2) **MANINI Enrico**

4)

F. PRIORITÀ

nazione o organizzazione

tipo di priorità

numero di domanda

data di deposito

allegato
S/R

SCIoglimento RISERVE

Data

N° Protocollo

1)

2)

G. CENTRO ABILITATO DI RACCOLTA COLTURE DI MICRORGANISMI, denominazione

H. ANNOTAZIONI SPECIALI

**DIRITTI DEPOSITO € 10.
COPIA AUTENTICA € 3**



DOCUMENTAZIONE ALLEGATA

N. es.

Doc. 1) **2** PROV **3 3** n. pag.

riassunto con disegno principale, descrizione e rivendicazioni (obbligatorio 1 esemplare)

Doc. 2) **2** PRCV **0 5** n. tav.

disegno (obbligatorio se citato in descrizione, 1 esemplare)

Doc. 3) **RIS**

lettera d'incarico, procura o riferimento procura generale

Doc. 4) **RIS**

designazione inventore

Doc. 5) **RIS**

documenti di priorità con traduzione in italiano

confronta singole priorità

Doc. 6) **RIS**

autorizzazione o atto di cessione

Doc. 7)

nomativo completo del richiedente

8) attestati di versamento, totale lire

CINQUECENTO SESSANTACINQUEMILA

obbligatorio

COMPILATO IL **15 02 2002** FIRMA DEL (I) RICHIEDENTE (I)

p.p. **OLIVETTI**
(**BOBBIO, Giampiero**)

CONTINUA SI/NO **NO**

DEL PRESENTE ATTO SI RICHIEDE COPIA AUTENTICA SINO **SI**

C.C.I.A.A. DI **TORINO**

TO 2002 A 000144

VERBALE DI DEPOSITO NUMERO DI DOMANDA

L'anno **DUEMILADUE**

regione **VENTI (20)**

semplice **FEBBRAIO**

Il (I) richiedente (I) sopraindicato (I) ha (hanno) presentato, con il sottoscritto in qualità di agente domiciliato, corredate di

il seguente atto per la presentazione della domanda di brevetto

I. ANNOTAZIONI VARIE DELL'UFFICIO ROGANTE



C.C.I.A.A.
Torino

IL DEPOSITANTE

[Handwritten signature]

L'UFFICIALE ROGANTE

[Handwritten signature]
Loredana ZENARE

Descrizione dell' Invenzione Industriale avente per titolo:
"Testina di stampa composita a getto di inchiostro e relativo
procedimento di realizzazione"

a nome di Olivetti I-Jet S. p. A. di nazionalità Italiana,
con sede in Via Jervis 77, 10015 IVREA (TO)

Inventori: Conta Renato, Manini Enrico.

*** **

La presente invenzione si riferisce a una testina di stampa
composita a getto di inchiostro e al procedimento di realizzazione
della stessa, particolarmente per una testina di stampa a getto di
inchiostro di tipo "top-shooter", cioè del tipo in cui le gocce di
inchiostro vengono espulse perpendicolarmente al substrato
contenente gli elementi riscaldanti e le camere di espulsione.

BREVE DESCRIZIONE DELLO STATO DELL'ARTE

Come è noto nella tecnica, ad esempio dal brevetto Italiano
N° 1234800, e dal brevetto USA N° 5387314, le testine di stampa
del tipo succitato sono realizzate utilizzando come supporto un
disco sottile di silicio cristallino dello spessore di circa 0,6 mm. e di
diametro di circa 150 mm. (wafer), dal quale le singole testine
verranno separate al termine della loro realizzazione; sul disco di
silicio è depositata con procedimenti sotto vuoto una pluralità di
strati sovrapposti, in cui sono ricavati per ogni testina i dispositivi
attivi NMOS, realizzati con la tecnologia dei circuiti integrati, gli
elementi riscaldanti, o resistori, e i relativi collegamenti elettrici

Giampero Bobbio

verso l'esterno, protetti e separati da corrispondenti strati isolanti; i resistori sono contenuti all'interno di camerette ricavate nello spessore di un ulteriore strato sovrapposto di materiale fotosensibile, ad esempio VACREL TM, e ottenute con processo fotolitografico unitamente ai canali laterali di alimentazione dell'inchiostro; i canali delle camerette comunicano con un condotto di alimentazione dell'inchiostro stretto e oblungo, a forma di asola, che attraversa il supporto di silicio e gli strati già depositati ed è disposto tra due file parallele di camerette, disposte su entrambi i lati lunghi delle asole.

Prima di essere separate, su ciascuna delle testine ancora disposte sul wafer, viene applicata una lamina metallica o di plastica, portante gli ugelli di espulsione, fissata per incollaggio sopra lo strato delle camerette, e posizionata con precisione per far coincidere ciascun ugello con una corrispondente cameretta.

Il wafer così completato, viene tagliato secondo una griglia a maglie rettangolari per separare le singole testine, ciascuna delle quali è completata con il collegamento a un cavo piatto multifili (flat cable), le cui estremità sono saldate su corrispondenti piazzuole ricavate lungo un bordo di ogni singola testina e collegate tramite collegamenti interni ai resistori.

Secondo la tecnica attuale, la lavorazione delle asole viene eseguita dopo aver realizzato i dispositivi attivi a semiconduttori, e depositato sul supporto di silicio gli strati dei resistori, quello dei relativi collegamenti elettrici e gli strati sovrastanti di protezione; la

Giampiero Bobbio

lavorazione in due fasi inizia sulla superficie opposta a quella portante i resistori con un processo di sabbiatura, o di attacco chimico parziale del supporto di silicio ed è completata con una erosione fatta con sabbiatura, o con un fascio laser. In alternativa le asole possono essere lavorate con una unica operazione di sabbiatura totale.

La lavorazione delle asole fatta nei modi prima ricordati, provoca sovente delle irregolarità geometriche, o scenteratura del bordo delle asole rispetto ai resistori, oppure anche dei danni agli strati che vengono attraversati, a causa di scheggiature sul bordo dell'asola rivolto verso le camerette, con conseguente elevato livello di scarti di produzione, specialmente per asole lunghe ($> 1/2''$) e strette ($< 250 \mu\text{m}$), oltre ad essere un processo lungo, complesso e costoso.

DESCRIZIONE SOMMARIA DELL'INVENZIONE

Lo scopo principale della presente invenzione consiste nel realizzare delle testine di stampa esenti dagli inconvenienti sopra menzionati e in particolare realizzare delle testine di stampa in tempi e a costi ridotti rispetto all'arte conosciuta, e in cui la lavorazione dei condotti di alimentazione (asole) dell'inchiostro non interferisca con l'integrità degli strati nell'area dei resistori e delle camerette di eiezione e canali di adduzione alle camerette.

Un ulteriore scopo della presente invenzione consiste nel realizzare delle testine di stampa a getto di inchiostro in cui è ridotta al minimo l'estensione della superficie del supporto di silicio

utilizzata da ciascuna testina di stampa.

Un altro scopo dell'invenzione è quello di definire un procedimento innovativo per la costruzione di testine di stampa a getto di inchiostro, in cui la lavorazione dei condotti di alimentazione dell'inchiostro non interferisce con l'integrità dei resistori e dei relativi strati protettivi e in cui ciascuna testina è realizzata utilizzando un supporto di silicio di dimensioni molto ridotte, per aumentare la resa produttiva delle testine di stampa e per consentire di realizzare testine multiple a colori, cioè con diversi gruppi indipendenti di ugelli, in grado di espellere gocce molto piccole (<5 pl), particolarmente adatte per la stampa di immagini con risoluzione fotografica.

In accordo con gli scopi predefiniti, secondo la presente invenzione, viene presentata una testina di stampa composita, a getto di inchiostro e un procedimento innovativo per la realizzazione di detta testina, caratterizzati nel modo definito nelle corrispondenti rivendicazioni principali.

Questa ed altre caratteristiche dell'invenzione appariranno più chiaramente dalla seguente descrizione di una forma preferita di realizzazione della testina di stampa e del procedimento di costruzione della stessa, fatta a titolo esemplificativo, ma non limitativo, con riferimento alle figure degli annessi disegni.

BREVE DESCRIZIONE DEI DISEGNI

La figura 1 rappresenta in prospettiva esplosa una testina di stampa composita a getto d'inchiostro, costruita secondo la

presente invenzione;

la figura 2 rappresenta una vista in pianta parzialmente sezionata della testina di stampa di fig. 1;

la figura 3 è la sezione secondo la linea III-III di fig.2;

la figura 4 rappresenta la disposizione degli elementi di supporto, o basi, su una piastra di supporto, prima del taglio e della loro separazione;

le figure 5 e 6 mostrano la disposizione delle piazzuole di contatto su due moduli attivi di tipo differente;

le figure 7 e 8 rappresentano due diverse tecniche di saldatura del "flat cable" alle piazzuole di un modulo attivo;

le figure da 9 a 13 rappresentano diverse geometrie di testine di stampa composite a getto di inchiostro, secondo l'invenzione;

la figura 14 rappresenta lo schema elettrico di un circuito di indirizzamento, integrato in un modulo attivo, secondo l'invenzione;

la figura 15 rappresenta schematicamente la disposizione su un modulo attivo del circuito di fig. 14.

DESCRIZIONE DETTAGLIATA DELL'INVENZIONE

L'idea di soluzione fondamentale, secondo la presente invenzione, è quella di costruire una testina di stampa 1 a getto d'inchiostro (fig.1), composta sostanzialmente da due parti lavorate separatamente e assiemate tra di loro solo al termine delle rispettive lavorazioni; più in particolare la nuova testina di stampa composita è costituita da un primo elemento di supporto, o base 3,

di un materiale rigido e isolante; sulla base 3 è eseguita una apertura a forma di asola 5, trapassante lo spessore della base stessa; questa apertura costituisce il condotto di alimentazione dell'inchiostro, come sarà descritto in dettaglio più avanti.

Un secondo elemento, denominato modulo attivo 7, è costituito da una piastrina di silicio cristallino 8, sul quale, con i procedimenti noti nella tecnica e separatamente dalla base 3, sono realizzati i dispositivi attivi NMOS, costituenti i circuiti 12 di pilotaggio e di selezione, sono quindi depositati gli strati relativi agli elementi riscaldanti, o resistori 10 e alle relative interconnessioni, e un film di resina fotosensibile 15, nel quale sono ricavate le camerette 14 di eiezione dell'inchiostro, allineate con i corrispondenti resistori 10.

A questo punto ciascun modulo attivo 7 è fissato su una corrispondente base 3, già preparata, mediante incollaggio e pressatura; in seguito sulla base 3 è incollata una cornice 16 di resina avente lo stesso spessore del modulo 7 e circondante il modulo stesso, per migliorare la tenuta idraulica.

Infine ciascun modulo attivo 7 è completato con l'applicazione sopra il film fotosensibile 15 e parzialmente sopra la cornice 16 di una lamina 17 metallica o di plastica, portante gli ugelli di espulsione 18, disposti con precisione in corrispondenza delle camerette 14 e affacciati ai rispettivi resistori 10, in modo tale, che le gocce di inchiostro vengano espulse in direzione perpendicolare al piano di estensione dei resistori 10 (top shooter).

Seguirà una descrizione più dettagliata della struttura e del procedimento di costruzione di una forma preferita di esecuzione non limitativa di una testina di stampa composita, secondo l'invenzione, ed in particolare di una testina ad una sola fila di ugelli.

Resta inteso che l'idea di soluzione oggetto della presente invenzione si applica anche a testine cosiddette multiple con più di un modulo attivo e con diverse geometrie.

Preparazione della base 3

La testina 1, come è già stato anticipato con riferimento alla fig. 1, comprende un elemento di supporto, o base 3, di forma sostanzialmente rettangolare, di spessore compreso tra 400 e 600 μm e delimitato da due superfici opposte 20 e 21, piane e parallele; la base 3 è tagliata da una piastra 22 (fig. 4) di materiale rigido, elettricamente isolante, chimicamente inerte, con coefficiente di dilatazione termica prossimo a quello del silicio cristallino; a titolo esemplificativo, non limitativo, si menzionano tra i materiali utilizzabili per ricavare la base 3, allumina, vetro borosilicato, resina, o anche silicio cristallino, non necessariamente di elevata purezza e finitura superficiale.

Si sceglie a titolo di esempio, di utilizzare per la realizzazione delle basi 3 un piastra 22 (fig.4) di silicio normale, di tipo commerciale, ad esempio del tipo "rescated", senza particolari caratteristiche elettriche e meccaniche, del diametro di circa 150 mm. e di spessore di circa 400 - 600 μm , dal quale si potranno

Giampiero Bobbio

ricavare dopo la lavorazione circa 500 basi unitarie, supponendo che ogni base abbia le dimensioni di circa 5 X 14 mm.

La preparazione delle basi 3 procede secondo i passi seguenti, (fig. 4):

passo 1) su una faccia 20 del piastra 22 viene depositato un film metallico 24, ad esempio Al o Cr, dello spessore di 1000 – 3000 Å, sul quale viene steso uno strato di materiale fotosensibile, Fotoresist 26, a sua volta impressionato con una maschera per definire i seguenti riferimenti di posizionamento:

1a) marche 29 di riferimento e di allineamento, per posizionare con elevata precisione, ovvero con tolleranza di +/- 1 µm, il modulo attivo 7 sulla propria base 3;

1b) contorno 30 dell'asola 5;

1c) linee di separazione 32, lungo le quali verranno in seguito tagliate le singole basi 3 di supporto;

1d) contorni di aree 33 di dispensazione degli adesivi, per incollare il modulo attivo 7 sulla base 3;

1e) contorno dell'area di dispensazione 34 dell'adesivo per incollare la cornice 16 di resina, che sigilla lateralmente il modulo 7 sulla propria base 3.

passo 2) esposizione del Fotoresist 26 a una sorgente luminosa attraverso una maschera e successivo sviluppo; asportazione delle porzioni superflue del film metallico 24, non protette dalla maschera impiegata;

passo 3) deposizione di un film del tipo "adesion promotion"

per facilitare la presa dei collanti;

passo 4) incisione dell'asola 5, senza particolari restrizioni di precisione, poichè sulla base 3 mancano componenti delicati, quali resistori, o circuiti NMOS; l'incisione può essere eseguita con uno dei metodi noti nella tecnica, quali sabbiatura, fascio laser, plasma sotto vuoto, attacco chimico anisotropo, ecc. Nel caso di impiego di allumina, o ceramica, l'asola è ottenuta per stampaggio prima della cottura.

Con la realizzazione delle asole 5, termina la preparazione delle basi 3, le quali sono provvisoriamente depositate in un magazzino temporaneo.

Preparazione dei moduli attivi 7.

Per realizzare i moduli attivi 7 si utilizza un disco di silicio cristallino (wafer), non mostrato nei disegni, di spessore compreso tra 400 e 600 μm ; inizialmente entrambe le superfici esterne, opposte sono passivate con uno strato isolante di ossido di silicio, SiO_2 ; supponendo che ciascun modulo attivo 7 abbia le dimensioni in pianta di 10,5 mm x 1,6 mm, sul wafer di silicio si possono realizzare circa 700 moduli, al lordo degli inevitabili scarti di produzione.

Quindi su una delle superfici passivate sono realizzati con le tecnologie note dei semiconduttori, per ciascun modulo attivo 7, i circuiti NMOS di pilotaggio dei resistori 10, i circuiti logici di selezione, e con una deposizione di strati conduttori, isolanti e resistivi, si realizzano i resistori 10, gli strati protettivi, le

interconnessioni interne e le piazzuole esterne; infine viene laminato uno strato di polimero fotosensibile, nel quale, dopo esposizione e sviluppo, sono ricavate le camerette di espulsione dell'inchiostro, seguendo i processi di costruzione noti nella tecnica, ad esempio come descritto dettagliatamente nel brevetto Italiano, già citato, N° 1.234.800, o nella Domanda di brevetto Italiana N° TO 2001 A001019 a nome della richiedente, i quali si richiamano per riferimento.

Seguendo il processo di preparazione descritto, secondo l'invenzione, si possono realizzare a titolo di esemplificazione, non limitativa, almeno due tipi di moduli attivi:

un primo tipo denominato "Modulo A" (fig.5), in cui il circuito di pilotaggio 12, integrato nel modulo, è organizzato a matrice NMOS, la quale richiede un numero elevato di connessioni esterne, o piazzuole 37, disposte su il lato lungo 38 opposto ai resistori 10;

un secondo tipo denominato "Modulo B" (fig.6), in cui oltre al circuito di pilotaggio 12, è integrata a bordo anche la logica di selezione 40, a CMOS, o NMOS, con ulteriore riduzione del numero di piazzuole 42 di connessione esterne, le quali possono essere disposte sui lati corti 43 del modulo 7.

Ultimata la costruzione di tutti i moduli attivi contenuti nel disco di silicio, dopo i normali controlli visivi e di prova elettrica, i singoli moduli sono separati con il taglio del disco secondo un reticolo rettangolare di dimensioni conformi alle dimensioni dei singoli moduli.

Giampiero Bobbio

Realizzazione della testina di stampa composita

La composizione della testina di stampa secondo l'invenzione è realizzata con un'operazione di fissaggio di ciascuno dei moduli attivi 7 su ciascuna delle basi 3 ancora unite sulla piastra 22, e si svolge secondo i passi seguenti:

passo 5) dispensazione di un adesivo polimerizzabile nelle aree 33 dove saranno fissati i moduli attivi 7 sulla piastra 22 ;

passo 6) posizionamento e allineamento dei moduli attivi con precisione di +/- 1 μm sulle basi 3 della piastra 22, facendo riferimento tra le marche 29 della base 3 e corrispondenti marche 29' ricavate su ogni modulo 7;

passo 7) applicazione sulle basi 3 di punti di collante indurente ai raggi U.V. per mantenere bloccati i singoli moduli attivi durante la successiva fase di polimerizzazione dell'adesivo polimerizzabile;

passo 8) polimerizzazione dell'adesivo polimerizzabile dopo aver completato il posizionamento e l'allineamento dei singoli moduli attivi nelle relative posizioni sulla piastra 22;

passo 9) dispensazione di adesivo nelle aree 34 di incollaggio delle cornici 16;

passo 10) montaggio delle cornici 16 di resina sulle basi 3, secondo i riferimenti delle linee di separazione 32 della piastra 22; le cornici 16 sono costituite da una piastra di resina di forma sostanzialmente rettangolare (fig. 1), presentante una apertura centrale 16a, di forma anch'essa rettangolare, complementare alle

Giampiero Bobbio

dimensioni del modulo attivo 7 e tali da circondare il modulo attivo 7, a contatto di almeno tre lati contigui "a", "b", "c" del modulo attivo 7 (figg. 2, 3); la cornice 16 è mantenuta distanziata dal quarto lato "d" del modulo attivo 7, ovvero il quarto lato "e" dell'apertura 16a è disposto oltre l'asola 5 rispetto al quarto lato "d" del modulo attivo 7, provvisto delle camerette 14, in modo da formare una camera 5a di riserva di inchiostro, comunicante sia con l'asola 5 di alimentazione, sia con le camerette 14; le cornici 16 devono avere uno spessore uguale a quello dei moduli attivi 7 per formare insieme al modulo attivo 7, una superficie uniforme, per facilitare l'incollaggio successivo della lamina porta-ugelli 17 (fig.1);

passo 11) polimerizzazione dell'adesivo per bloccare le cornici sulla piastra 22;

passo 12) stesa di un adesivo sulla superficie superiore delle cornici 16, per il fissaggio successivo delle lamine 17 porta-ugelli di espulsione dell'inchiostro; le lamine porta-ugelli 17 aderiscono sullo strato 15 di fotopolimero per effetto termico; in alternativa sulla cornice può essere steso un film di materiale termoplastico, o termoindurente, depositato per tampografia, rullatura, serigrafia, oppure più semplicemente uno strato di collante semiliquido, dispensato in piano in una scanalatura, non rappresentata, predisposta sulle cornici;

passo 13) montaggio della lamina porta-ugelli 17 e suo allineamento temporaneo rispetto ai resistori 10 e bloccaggio della

stessa con alcuni punti di collante 19, 86 (figg. 1,13), prima di separare la porzione di lamina porta-ugelli, relativa ad ogni singolo modulo, dalla bobina portante, non mostrata nei disegni, nel caso di lamine di plastica, oppure dal foglio preinciso, nel caso di lamine metalliche;

passo14) pressatura a temperatura e durata controllate di tutte le lamine 17 di tutti i moduli attivi 7 montati sulla piastra 22, per l'incollaggio delle lamine stesse allo strato di polimero fotosensibile 15 dei singoli moduli attivi 7 e alle cornici 16; al termine di questa operazione le lamine porta-ugelli 17 costituiscono una parete di chiusura superiore sia delle camerette 14, che delle camere 5a, comunicanti con le asole 5.

passo15) taglio della piastra 22 lungo le linee di separazione 32 per ricavare le singole testine composite di stampa.

Alle testine composite, così realizzate, viene collegato un "flat cable" 45, mediante saldatura delle sue estremità alle piazzuole, o "pads" 37,42, ricavate sui bordi di ciascun modulo attivo 7; la saldatura può essere effettuata con il processo standard, e noto nella tecnica, cosiddetto "Tape Automatic Bending", T.A.B. (fig.7), o con adesivi termoplastici del tipo A.C.F. (Anisotropic Conductive Film) oppure A.C.P. (Anisotropic Conductive Paste) (fig.8), costituiti da un film termoplastico 44, o rispettivamente una resina in pasta da dispensare, includente delle piccole sfere elettricamente conduttrici, disperse nel polimero; le sfere conduttrici a base di una lega di Stagno - Bismuto, con punto di fusione a circa 140 °C,

realizzano un ottimo contatto elettrico tra il "flat cable" 45 e le piazzuole 37,42 dei moduli 7, come ad esempio il prodotto commerciale Loctite ACP 3445 TM.

Con la tecnica A.C.F., o A.C.P., si ottiene il vantaggio che i conduttori 46 di contatto del "flat cable" 45 (fig.8) sono sostenute dallo stesso "flat cable", con il vantaggio che il bordo di testa 47 del "flat cable" può essere posizionato molto vicino al bordo 48 della lamina porta-ugelli 17 e lo spessore del "flat cable" può essere scelto in modo che la superficie superiore 49 del "flat cable" sia allo stesso livello di quella 49' della lamina porta-ugelli 17; al contrario, con il tipo di saldatura T.A.B. (fig. 7), le estremità 50 di saldatura del "flat cable" son disposte a sbalzo creando una cavità 52 che deve essere riempita con una resina 53 U. V. di protezione.

La connessione tipo A.C.F. o A.C.P. è fattibile con testine ad alta definizione; infatti, le gocce di inchiostro espulse possono ridursi ad un volume di circa 4 – 6 pl., con energie in gioco di 1 – 2 μ J, per cui le correnti elettriche che attraversano le piazzuole sono dell'ordine di 100 mA, o meno.

Il consumo ridotto di corrente consente di ridurre l'area occupata dai circuiti NMOS di pilotaggio (figg.5,6), con conseguente possibilità di ridurre la larghezza "W" del modulo attivo 7; ciò consente inoltre di aumentare entro una vasta gamma il numero di ugelli allineati su una unica riga, aumentando l'altezza "H" del modulo attivo 7.

Con un passo di 1/300" tra i resistori, ovvero tra gli ugelli, si

può costruire un modulo di altezza "H" fino ad 1", senza incontrare i problemi di realizzazione delle asole 5 di alimentazione dell'inchiostro, in quanto esse sono realizzate a parte sulla piastra di supporto 22.

Il processo di preparazione delle testine di stampa più sopra descritto si presta senza particolari modifiche alla preparazione di testine di stampa multiple, in cui su una stessa base sono fissati almeno due, o più moduli attivi 7, disposti in diverse configurazioni, secondo le prestazioni di stampa richieste.

Le figure da 9 a 12 mostrano a titolo esemplificativo, non limitativo, alcune configurazioni possibili di testine di stampa multiple, composte di una unica base 55, sulla quale è fissata una pluralità di moduli attivi 7, del tipo "A", in cui le piazzuole di connessione elettrica sono disposte su un lato lungo di ciascun modulo 7, opposto all'altro lato lungo, sul quale sono disposte le camerette 14; più in particolare la figura 9 rappresenta una testina di stampa in cui, su una unica base 55, sono fissati tre moduli attivi 7, del tipo "A", per una stampante a colori; i moduli 7 sono affiancati parallelamente, in direzione orizzontale, ovvero parallela al senso di scrittura, indicato dalla freccia "F", e con passo degli ugelli tale da ottenere una risoluzione di stampa di 300, o 600 D.P.I.; con 60 è indicato il bordo esterno della base 55 di supporto, con 61 quello della cornice 16 sovrapposta, con 62 le tre lamine porta-ugelli, con 63 le tre asole di alimentazione di inchiostri di colori diversi; con 63a sono indicate le camere per l'inchiostro,

Giampiero Bobbio

analoghe a quelle indicate con 5a in figura 3, delimitate dalla lamina 62, dai lati "e" dell'apertura 16° e dal lato "d" dei moduli attivi 7; con 64 sono indicati gli ugelli allineati in prossimità del lato lungo "d" di ciascun modulo 7, affacciati alla corrispondente asola 63, e con 65 le piazzuole di connessione esterna alle quali il "flat cable" 66 è collegato; in questa versione, il "flat cable" 66 è provvisto di tre aperture 67 di ampiezza tale da non ricoprire le lamine 62 porta-ugelli; le estremità di contatto 68 del "flat cable" 66 sono disposte su un lato lungo interno di ciascuna apertura 67.

La figura 10 mostra una testina di stampa con quattro moduli attivi 7 affiancati due, a due, fissati su una unica base 55, per poter stampare con tre colori più il nero; sulla base 55, lavorata separatamente dai moduli attivi 7, sono ricavate le quattro asole di alimentazione 71, ciascuna atta a fornire un inchiostro di colore differente; quindi sulla base 70 sono fissati i quattro moduli attivi 7, disposti adiacenti e paralleli a ciascuna asola 71.

Nella versione di fig.10, sono impiegate due lamine porta-ugelli 72, 73, ciascuna delle quali porta due file parallele di ugelli 18 e ricopre due moduli affiancati.

Il "flat cable" 45 è provvisto di una unica apertura rettangolare 75, e le piazzuole di connessione 76 sono situate sui due lati lunghi dell'apertura 75.

La figura 11 mostra una testina monocolore formata da una unica base 55 sulla quale sono fissati due moduli 7 uguali e

allineati a contatto di testa, con passo tra gli ugelli di $1/300''$; questa disposizione permette di mantenere costante il passo degli ugelli, anche a cavallo dei due moduli; in tal modo impiegando due moduli alti (H) $1/2''$, si ottiene un modulo "equivalente" alto $1''$, con il quale si può stampare con risoluzione di 300 D.P.I. con una sola passata, oppure con 600 D.P.I. con due passate.

Sulla base 55 è ricavata una sola asola 77 di alimentazione dell'inchiostro, più lunga di altre analoghe, in quanto deve alimentare due file consecutive di ugelli 18. Così pure la lamina porta ugelli 78 è realizzata in un solo pezzo e ricopre entrambi i moduli 7.

Infine la figura 12 propone una testina di stampa composta da una unica base 55, con tre moduli 7 allineati in verticale, ma distanziati una dall'altro; questa testina può essere utilizzata per stampare con tre colori ad un passo $1/300''$, oppure di $1/600''$.

Anche nelle figure 11, 12 il "flat cable" 45 ha una sola apertura 75 e le piazzuole di connessione 76 sono collocate su uno dei lati lunghi dell'apertura 75.

Nella figura 13 è rappresentata in forma prospettica, esplosa una testina di stampa multipla, a tre colori, con tre moduli 7 di tipo "B", disposti su una unica base 55, paralleli e affiancati nel senso di avanzamento della scrittura, indicato dalla freccia "F"; la base 55 è provvista di tre asole 80, in prossimità delle quali i tre moduli attivi 7 sono fissati.

Una cornice 81 di resina e di spessore pari a quello dei

moduli 7, è incollata sulla base 55, in modo da circondare parzialmente ciascun modulo, per migliorare la tenuta idraulica; la cornice 81 è provvista di sporgenze 82 contrapposte, di dimensioni adeguate per essere inserite tra i moduli 7, vicino alle loro estremità 82, per delimitare delle camere 83 di alimentazione, comunicanti sia con la corrispondente asola 80, sia con uno dei gruppi di camerette 14 di espulsione.

Sulla cornice 81 e sui tre moduli attivi 7 è incollata una lamina 85 metallica, o di resina, normalmente di Kapton TM, provvista di tre file parallele di ugelli 18; gli ugelli 18 sono disposti affacciati ai corrispondenti resistori contenuti dentro le camerette 14, cosicché le gocce d'inchiostro vengono espulse in direzione perpendicolare alla superficie dei resistori stessi; la lamina 85 costituisce inoltre la parete di chiusura superiore delle camere 83.

Durante il montaggio delle testine sulla piastra 22 (fig.4), le lamine 85 vengono inizialmente fissate alle cornici 81 mediante alcuni punti di collante U.V. 86, per tenerle ferme e solidali alla cornice 81, prima di essere separate dalla bobina, non mostrata nei disegni, su cui sono avvolte, nel caso di lamine di plastica, oppure separate da un foglio più grande già preimpresso, nel caso di lamine metalliche; infine le lamine 85 vengono incollate mediante pressatura a caldo sul wafer completato.

Il "flat cable" 45 presenta una sola apertura 87, e le piazzuole di connessione 88 del "flat cable" 45 sono collegate a corrispondenti piazzuole 88', ricavate lungo il bordo dei lati corti 89

dei moduli 7; con questa geometria si possono usare anche più di tre moduli, ad esempio quattro moduli (tre colori più il nero), con evidenti vantaggi, in quanto la lamina porta-ugelli 85 può essere realizzata in un solo pezzo, la testina occupa minor spazio in orizzontale e la tenuta idraulica tra i moduli 7 e verso l'ambiente è più sicura.

La configurazione della testina rappresentata in fig. 13, in cui il "flat cable" 45 è saldato di testa ai moduli attivi 7, ovvero su piazzuole disposte sui lati corti 89 dei moduli stessi, è resa possibile dall'impiego di un circuito di indirizzamento funzionante in modalità 3D, con semplici dispositivi attivi N-MOS, ed in particolare del tipo descritto nella domanda di brevetto internazionale PCT/IT00/00271 con priorità 12/07/1999 a nome Olivetti Lexikon S.p.A., e riportato parzialmente in fig. 14.

Per semplicità di esposizione e a titolo di esempio, si suppone che ciascun modulo attivo 7 della testina di fig. 13 comprenda 112 ugelli, a ciascuno dei quali corrisponde un resistore R_N ($N=1...112$) a sua volta attivabile attraverso un corrispondente transistor T_N ; i resistori R_N , e quindi i transistor T_N , sono organizzati in 8 coppie di gruppi 90 (fig. 14) di sette resistori $R_1, R_2, ..., R_7$, ciascuno; i resistori $R_1, R_2, ..., R_7$ di ogni gruppo 90 sono collegati tra il "drain" D di ciascun corrispondente transistor $T_1, T_2, ..., T_7$ e in comune a ciascuna linea primitiva P_M ($M=1...8$); i transistor $T_1, T_2, ..., T_7$ di ciascun gruppo 90 hanno il loro "source" collegato in comune al "drain" di un transistor selettore 91, 91a, mentre ciascun loro

Giampiero Bobbio

terminale "gate" è collegato a una delle sette linee A_A ($A = 1 \dots 7$); a loro volta i transistor selettori 91, 91a hanno il "source" collegato ad un comune terminale di massa 92. I transistor selettori 91 appartenenti a ogni primo gruppo e i transistor selettori 91a appartenenti a ogni secondo gruppo di ciascuna coppia hanno il loro terminale "gate" collegato a una, o l'altra di due linee di abilitazione alla selezione SW1 e rispettivamente SW2.

Pertanto con le predisposizioni scelte per l'esempio sopra esposto, in cui il numero delle primitive $P = 8$, il numero di indirizzi per primitiva è $A = 7$ e il numero di selezioni $SW = 2$, si richiedono:
 $8 (P) + 7 (A) + 2 (SW) = 19$ contatti esterni (piazzuole) 88' per ogni modulo attivo 7, il quale è pertanto provvisto di:

$8 (P) * 7 (A) * 2 (SW) = 112$ resistori R_N , ovvero di 112 ugelli eiettori 18 (fig. 13).

La figura 15 rappresenta in modo schematico un modulo attivo 7, realizzato secondo le predisposizioni dell'esempio citato; le dimensioni in pianta del modulo attivo 7 risultano di 10,5 mm di lunghezza e di 1,6 mm di larghezza del lato corto 94.

Le 19 piazzuole 88' sono suddivise (+ una di riserva) in dieci per lato 94, distanziate di $20 \mu m$, per ciascuna piazzuola avente una larghezza di $140 \mu m$.

Il circuito di fig. 14 è rappresentanto schematicamente sul modulo attivo 7 di figura 15 nel seguente modo:

le linee sfalsate 95 rappresentano i sedici gruppi di resistori R_N , ogni coppia di gruppi essendo collegata con una linea di

primitiva (P_M);

i riquadri 96 con linee verticali, rappresentano i transistor T_N corrispondenti a ciascun gruppo di resistori R_N , i quali ricevono i segnali di indirizzo A_A da un fascio 97 di conduttori, nel quale sono pure compresi due conduttori per gli impulsi SW , che vanno a pilotare i transistor di selezione 91, rappresentati con rettangoli sbarrati 98, al di sotto dei quali scorre un largo conduttore 99 di ritorno di massa.

Le piazzuole 88', disposte sul lato corto 94' (a sinistra in fig.15), sono pertanto collegate ai seguenti conduttori:

$P_1, P_2, P_3, P_4; A_1, A_2, A_3, A_4; GRN;$

mentre le piazzuole 88', disposte sul lato corto 94 (a destra in fig.15), sono collegate ai conduttori:

$P_5, P_6, P_7, P_8; A_4, A_5, A_6, A_7; SW_1, SW_2 .$

Da quanto descritto è chiaro che le testine di stampa composite, realizzate secondo l'invenzione presentano numerosi vantaggi rispetto alle testine secondo l'arte anteriore; infatti, la loro costruzione è più semplice perchè, essendo le asole di alimentazione dell'inchiostro costruite separatamente, sono esenti dalle restrizioni di precisione e di elevata qualità di finitura richieste dalle tecniche costruttive tradizionali; inoltre le nuove testine risultano più economiche perchè i moduli attivi possono essere costruiti in dimensioni minori rispetto alle tecniche precedenti, risparmiando sensibili quantità di silicio e dei metalli nobili impiegati per i resistori e per le

Giampiero Bobbio

interconnessioni interne, come anche lavoro per la fabbricazione di ogni singolo chip.

Un ulteriore vantaggio ottenuto con le testine secondo l'invenzione consiste nel fatto che, con l'impiego dei circuiti di indirizzamento in modalità 3D, integrati nei moduli attivi, si ottiene una forte riduzione del numero di collegamenti esterni, ciò consente di poter collegare i conduttori del "flat cable" a piazzuole disposte anche sui lati corti dei moduli attivi, rendendo possibile una maggiore compattazione delle testine di stampa multiple.

RIVENDICAZIONI

1. Testina di stampa (1) a getto di inchiostro del tipo comprendente una pluralità di ugelli (18) ed una corrispondente pluralità di elementi riscaldanti (10), selettivamente attivabili, per provocare l'espulsione di gocce di inchiostro attraverso detti ugelli (18), detti ugelli essendo disposti affacciati ai corrispondenti elementi riscaldanti (10), questi ultimi essendo alloggiati in rispettive camerette (14) atte a contenere inchiostro, caratterizzata da ciò che detta testina di stampa (1) è composta da un modulo attivo (7) e da un elemento di supporto (3) per detto modulo attivo (7), detto modulo attivo (7) essendo costituito da una piastrina sottile (8) di silicio, portante detta pluralità di mezzi riscaldanti (10) e dette camerette (14), detto elemento di supporto (3) essendo costituito a sua volta da una porzione di una piastra (22) di materiale rigido e isolante, provvisto di un condotto di alimentazione (5) per detto inchiostro, attraversante lo spessore di detto elemento di supporto (3), detto modulo attivo (7) essendo costruito separatamente da detto elemento di supporto (3) e fissato successivamente, solidalmente su detto elemento di supporto (3).

2. Testina di stampa secondo la rivendicazione 1, caratterizzata da ciò che detto modulo attivo (7) è posizionato su detto elemento di supporto (3) in modo tale, che dette camerette (14) sono affacciate a detto condotto di alimentazione (5).

3. Testina di stampa secondo la rivendicazione 1, o 2, caratterizzata da ciò che detto condotto di alimentazione (5) è

realizzato in forma di asola allungata nel senso longitudinale di detto modulo attivo (7).

4. Testina di stampa secondo la rivendicazione 1, o 2, o 3, caratterizzata dal fatto di comprendere inoltre una cornice (16) di resina fissata su detto elemento di supporto (3) e provvista di una apertura (16a) di forma sostanzialmente complementare delle dimensioni di detto modulo attivo (7), atta ad alloggiare detto modulo attivo (7) a contatto lungo almeno tre lati contigui (a, b, c) di detta apertura (16a).

5. Testina di stampa secondo la rivendicazione 4, caratterizzata da ciò che ciascuna di dette aperture (16a) alloggia inoltre detto condotto di alimentazione (5), disposto tra un quarto lato (d) di detta apertura (16a) e le camerette (14) di detto corrispondente modulo attivo (7), per definire una camera (5a) di riserva d'inchiostro, comunicante con le camerette (14) di detto modulo attivo (7) e con il corrispondente condotto di alimentazione (5).

6. Testina di stampa secondo la rivendicazione 4, o 5, caratterizzata da ciò che una lamina (17) portante una pluralità di ugelli (18), corrispondenti a dette camerette (14), è fissata in parte sopra detto modulo attivo (7) e in parte sopra detta cornice (16), detta lamina (17) costituendo una parete di chiusura superiore per dette camerette (14) e per detta camera comunicante (5a).

7. Testina di stampa secondo una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzata da ciò che detto modulo attivo (7) è

provvisto di una pluralità di piazzuole (37,42) di contatto elettrico, collegate a detti mezzi riscaldanti (10), atte ad essere saldate a un fascio di fili di alimentazione (45).

8. Testina di stampa secondo la rivendicazione 7, caratterizzata da ciò che detto modulo attivo (7) comprende dei circuiti elettronici di pilotaggio integrati, collegati tra dette piazzuole (37) e detti mezzi riscaldanti (10), atti ad attivare selettivamente detti mezzi riscaldanti (10), dette piazzuole (37) essendo disposte su un lato lungo (b) di detto modulo attivo (7), opposto a dette camerette (14).

9. Testina di stampa secondo la rivendicazione 7, caratterizzata da ciò che detto modulo attivo (7) comprende dei circuiti elettronici integrati di pilotaggio e di selezione, atti ad attivare selettivamente detti mezzi riscaldanti (10) e collegati tra dette piazzuole (42) e detti mezzi riscaldanti (10), dette piazzuole (42) essendo disposte su entrambi i lati corti (a, c, 43) di detto modulo attivo.

10. Testina di stampa multipla a colori, a getto di inchiostro, del tipo comprendente gruppi di ugelli (18) e corrispondenti gruppi di mezzi riscaldanti (10), selettivamente attivabili, per provocare l'espulsione di gocce di inchiostro attraverso detti gruppi di ugelli (18), detti ugelli (18) di ciascun gruppo, essendo disposti affacciati ai corrispondenti mezzi riscaldanti (10), questi ultimi essendo alloggiati in rispettive camerette (14) atte a contenere inchiostro, caratterizzata da ciò che detta testina di stampa è composta da

una pluralità di moduli attivi (7), e da un unico elemento di supporto (3) per detta pluralità di moduli attivi (7), ciascun modulo attivo (7) essendo costituito da una piastrina sottile di silicio (7) portante un corrispondente gruppo di mezzi riscaldanti (10) e relative camerette (14), detto elemento di supporto (3) essendo a sua volta costituito da una porzione di una piastra (22) di materiale rigido e isolante e provvisto di un condotto di alimentazione (5) dell'inchiostro, associato a ciascun modulo attivo (7) di detta pluralità, ciascun condotto (5) attraversante lo spessore di detto elemento di supporto (3), i moduli attivi (7) di detta pluralità essendo costruiti separatamente da detto elemento di supporto (3) e fissati successivamente, solidalmente su detto elemento di supporto (3).

11. Testina di stampa multipla secondo la rivendicazione 10, caratterizzata da ciò che i moduli attivi (7) di detta pluralità sono posizionati su detto unico elemento di supporto (3) in modo tale, che le camerette (14) di ciascun modulo sono affacciate a un corrispondente condotto di alimentazione (5).

12. Testina di stampa multipla secondo la rivendicazione 10, o 11, caratterizzata dal fatto di comprendere inoltre una cornice (16) di resina fissata su detto unico elemento di supporto (3), e provvista di almeno una apertura (16a) presentante una forma sostanzialmente complementare delle dimensioni di un corrispondente modulo attivo (7) ed essendo atta ad alloggiare detto corrispondente modulo attivo (7) a contatto lungo almeno tre

Giampiero Bobbio

lati contigui (a, b, c) di detta apertura (16a).

13. Testina di stampa multipla secondo la rivendicazione 12, caratterizzata da ciò che ciascuna di dette aperture (16a) alloggia inoltre detto condotto di alimentazione (5), disposto tra un quarto lato (d) di detta ciascuna apertura (16a) e le camerette (14) di detto corrispondente modulo attivo (7), per definire una pluralità di camere di riserva d'inchiostro (63a), ciascuna comunicante con le camerette (14) di ciascuno di detti moduli (7) e con il corrispondente condotto di alimentazione (63).

14. Testina di stampa multipla secondo la rivendicazione 12, o, 13, caratterizzata da ciò che una lamina (62, 72, 78), portante dei gruppi di ugelli (18), associati a dette camerette (14), è fissata in parte sopra almeno uno di detti moduli attivi (7) e in parte sopra detta cornice (16), detta lamina costituendo una parete di chiusura superiore per ciascuna di dette camere comunicanti (63a) e per le camerette (14) affacciate a dette camere comunicanti (63a).

15. Testina di stampa multipla secondo una delle rivendicazioni da 10 a 14, caratterizzata da ciò che detta pluralità di moduli attivi comprende tre moduli attivi (7) affiancati parallelamente, in direzione orizzontale, ovvero parallela al senso di scrittura (F), fissati su un unico elemento di supporto (55), le camerette (14) di ciascun modulo attivo (7) essendo affacciate a un corrispondente condotto di alimentazione (63) di detto elemento di supporto (55).

16. Testina di stampa multipla secondo una delle

Giampiero Bobbio

rivendicazioni da 10 a 14, caratterizzata da ciò che detta pluralità di moduli attivi comprende quattro moduli attivi (7) affiancati due, a due, fissati su un unico elemento di supporto (55), per poter stampare con tre colori più il nero, le camerette (14) di ciascun modulo attivo (7) essendo affacciate a un corrispondente condotto di alimentazione (71) di detto elemento di supporto (55).

17. Testina di stampa multipla monocolore secondo una delle rivendicazioni da 10 a 14, caratterizzata da ciò che detta pluralità di moduli attivi comprende due moduli attivi (7) uguali e allineati a contatto di testa, fissati su un unico elemento di supporto (55), per stampare con un solo colore, detto elemento di supporto (55) comprendendo un unico condotto di alimentazione (77), estendendosi in posizione affacciata alle camerette (14) di entrambi detti due moduli attivi (7), dette camerette (14) essendo distanziate di un passo costante, detta cornice (16) essendo provvista di una apertura (16a) atta ad alloggiare entrambi detti due moduli attivi (7) e detta lamina porta-ugelli (78) essendo dimensionata per ricoprire entrambi detti due moduli attivi (7).

18. Testina di stampa multipla secondo una delle rivendicazioni da 15 a 17, caratterizzata da ciò che ciascun modulo attivo (7) di detta pluralità comprende un gruppo di piazzuole (68,76) sistemate su un lato lungo di detti moduli attivi (7), opposto a dette camerette (14).

19. Testina di stampa multipla secondo la rivendicazione 18, caratterizzata da ciò che ciascun modulo attivo (7) di detta

pluralità comprende dei circuiti elettronici integrati di pilotaggio (12), atti ad attivare selettivamente detti mezzi riscaldanti (10) e collegati tra detti gruppi di piazzuole (68,76) e detti mezzi riscaldanti (10).

20. Testina di stampa multipla secondo una delle rivendicazioni da 10 a 14, caratterizzata da ciò che detta pluralità di moduli attivi comprende almeno tre moduli attivi (7) affiancati parallelamente, in direzione parallela al senso di scrittura (F), fissati su un unico elemento di supporto (55), le camerette (14) di ciascun modulo attivo (7) essendo affacciate a un corrispondente condotto di alimentazione (80) di detto elemento di supporto (55), ciascun modulo attivo (7) di detta pluralità comprendendo dei circuiti elettronici integrati di pilotaggio (12) e dei circuiti logici integrati di selezione a CMOS, o NMOS (40), atti ad attivare selettivamente una pluralità di gruppi di elementi riscaldanti (10, R_N) e collegati tra gruppi di piazzuole (42, 88') e detti elementi riscaldanti (10, R_N), dette piazzuole (42, 88') essendo disposte sui lati corti opposti (43, 89) di ciascun modulo attivo (7).

21. Testina di stampa multipla secondo la rivendicazione 20, caratterizzata da ciò che detti circuiti logici integrati di selezione a CMOS, o NMOS (40) comprendono un circuito di indirizzamento in modalità 3D, per attivare selettivamente detti elementi riscaldanti (10, R_N), detto circuito di indirizzamento comprendendo dei transistor di selezione (91, 91a) associati a ciascuno di detti gruppi di elementi riscaldanti (10, R_N), atti ad attivare sequenzialmente

predeterminati elementi riscaldanti (10, R_N), in ciascuno di detti gruppi, definiti da una combinazione prestabilita tra un indirizzo di selezione (A_A) e un segnale logico di primitiva (P_M), detti transistor di selezione (91,91a) essendo abilitati da un segnale logico di abilitazione (SW1, SW2).

22. Procedimento per realizzare una testina di stampa a getto d'inchiostro del tipo comprendente una pluralità di ugelli (18) ed una corrispondente pluralità di elementi riscaldanti (10), selettivamente attivabili, per provocare l'espulsione di gocce di inchiostro attraverso detti ugelli (18), detti ugelli (18) essendo disposti affacciati ai corrispondenti elementi riscaldanti (10), questi ultimi essendo alloggiati in rispettive camerette (14) atte a contenere inchiostro,

detto procedimento comprendendo i seguenti passi:

1) realizzare una pluralità di moduli attivi (7) ognuno dei quali è costituito da una piastrina sottile di silicio, portante detta pluralità di mezzi riscaldanti (10) e dette camerette (14);

2) tracciare su una superficie (20) di una piastra (22) di materiale sottile, rigido ed elettricamente isolante, delle marche di riferimento (29), una griglia di linee (32) di contorno e di separazione per delimitare una pluralità di elementi di supporto (3) per detti moduli attivi, ritagliabili da detta piastra;

3) eseguire su ciascuno di detti elementi di supporto (3), delimitato da dette linee di contorno (32), almeno una apertura (5), attraversante lo spessore di detto elemento di supporto;

4) fissare su ciascuno di detti elementi di supporto almeno uno di detti moduli attivi (7), con riferimento a dette marche (29), in modo che detta pluralità di camerette (14) sia affacciata a ciascuna di dette aperture (5);

5) fissare su ciascuno di detti elementi di supporto (3) una cornice di resina (16), provvista di almeno una apertura (16a) di forma complementare delle dimensioni di ciascuno di detti moduli attivi (7), atta ad alloggiare un corrispondente modulo attivo (7), e disposta adiacente ad almeno tre lati contigui di detto modulo attivo (7) e dimensionata per definire una camera per l'inchiostro disposta tra un quarto lato (e) di detta apertura e le camerette (14) di detto modulo attivo (7);

6) fissare su almeno uno di detti moduli attivi (7), ovvero già fissato al relativo elemento di supporto (3), una lamina (17, 62, 72,78) portante una pluralità di ugelli (18), corrispondenti a detta pluralità di camerette (14), in modo tale che detti ugelli risultino affacciati a corrispondenti elementi riscaldanti (10).

7) tagliare detta piastra (22) secondo dette linee di contorno (32) per separare detti elementi di supporto (3) portanti almeno uno di detti moduli attivi (7), dette cornici (16) e una corrispondente lamina porta-ugelli (17, 62, 72,78).

23. Procedimento secondo la rivendicazione 22, caratterizzato da ciò che il passo 2) prevede inoltre di tracciare su detta superficie (20) di detta piastra (22) il contorno (30) di detta apertura (5) e i contorni (33, 34) di aree di dispensazione di adesivo per fissare su

detta piastra (22) detti moduli attivi (7).

24. Procedimento secondo la rivendicazione 22, caratterizzato da ciò che il passo 3) prevede inoltre di eseguire detta apertura (5) in forma di un'asola allungata nel senso longitudinale di detti moduli attivi (7), seguendo detto contorno tracciato (30).

26. Procedimento secondo la rivendicazione 22, caratterizzato da ciò che il passo 4) è preceduto dall'operazione di stesa di un adesivo dentro dette aree di dispensazione (30.33).

27. Procedimento secondo la rivendicazione 22, caratterizzato da ciò che il passo 5) è preceduto dall'operazione di stesa di un adesivo entro un'area di dispensazione (34) circondante detti moduli attivi (7), per incollare detta cornice (16).

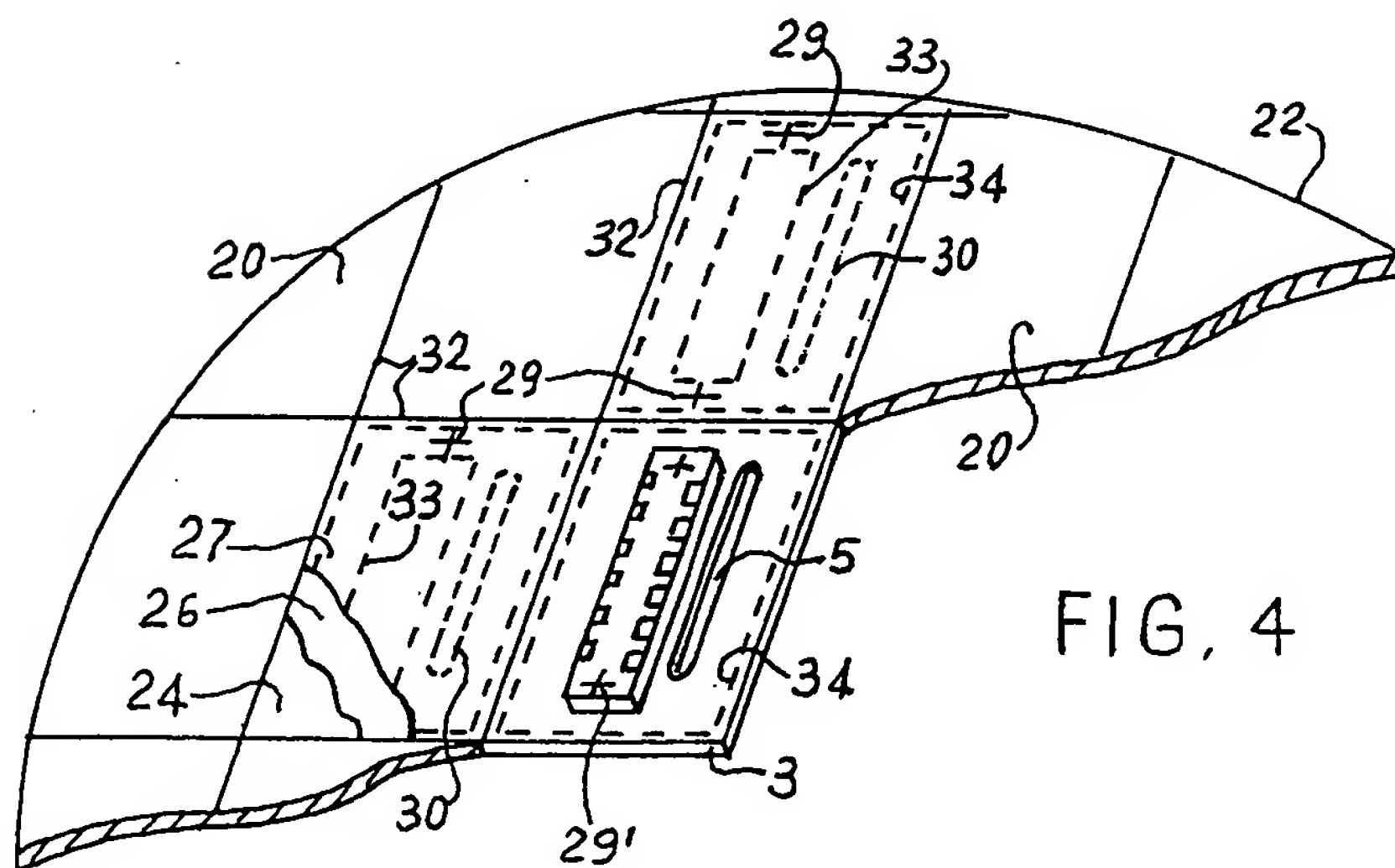
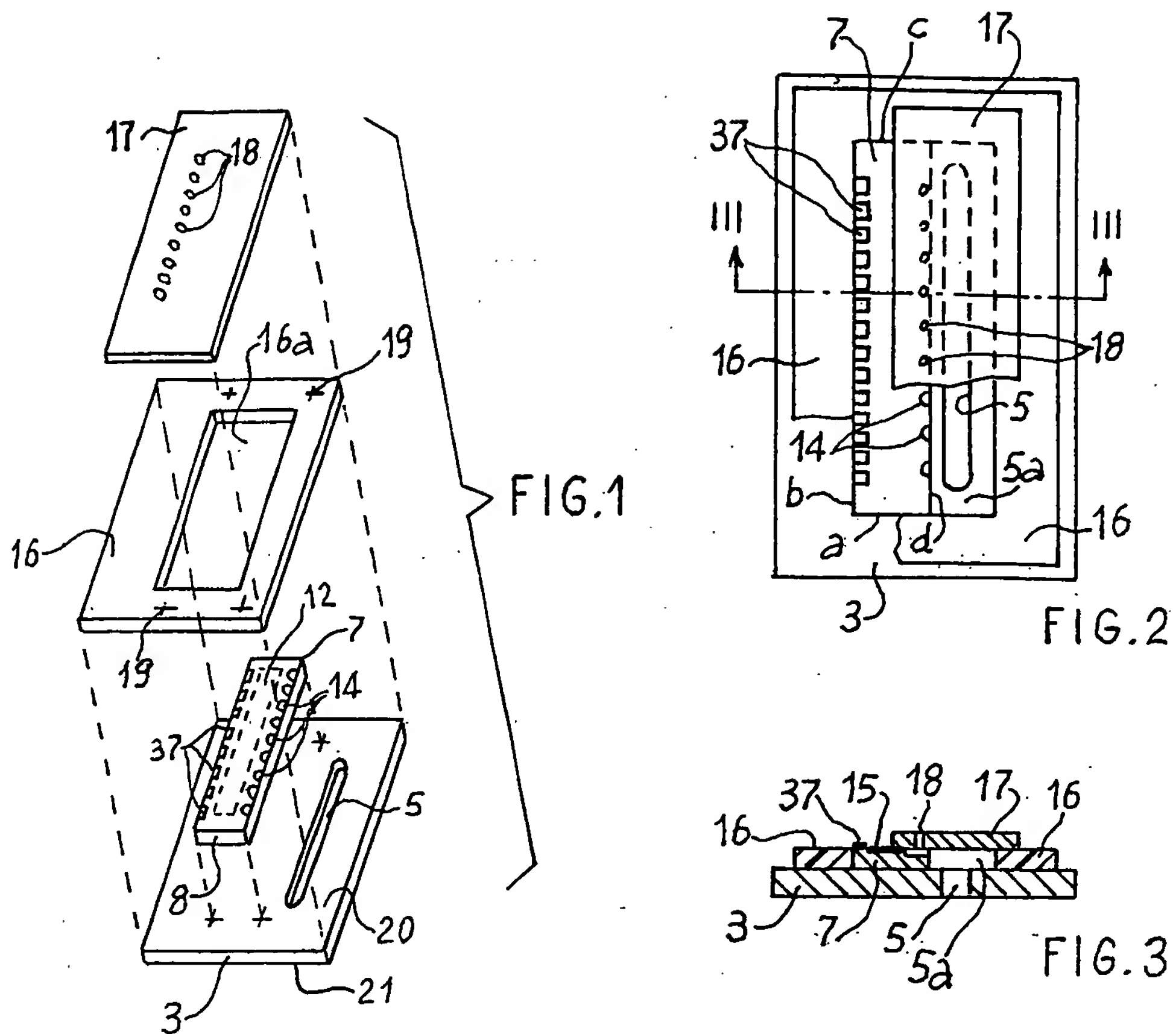
28. Procedimento secondo la rivendicazione 22, caratterizzato da ciò che il passo 6) prevede inoltre che detta lamina (17, 62, 72, 78) sia posizionata in parte sopra detto almeno un modulo attivo (7), e in parte sopra detta cornice (16), e che il fissaggio sia effettuato a pressione ad una temperatura e per una durata controllate.

29. Testina di stampa composita a getto d'inchiostro e procedimento per la costruzione della stessa, sostanzialmente come descritto, con riferimento alle figure dei disegni annessi.

p.p. Olivetti I-Jet S. p. A.

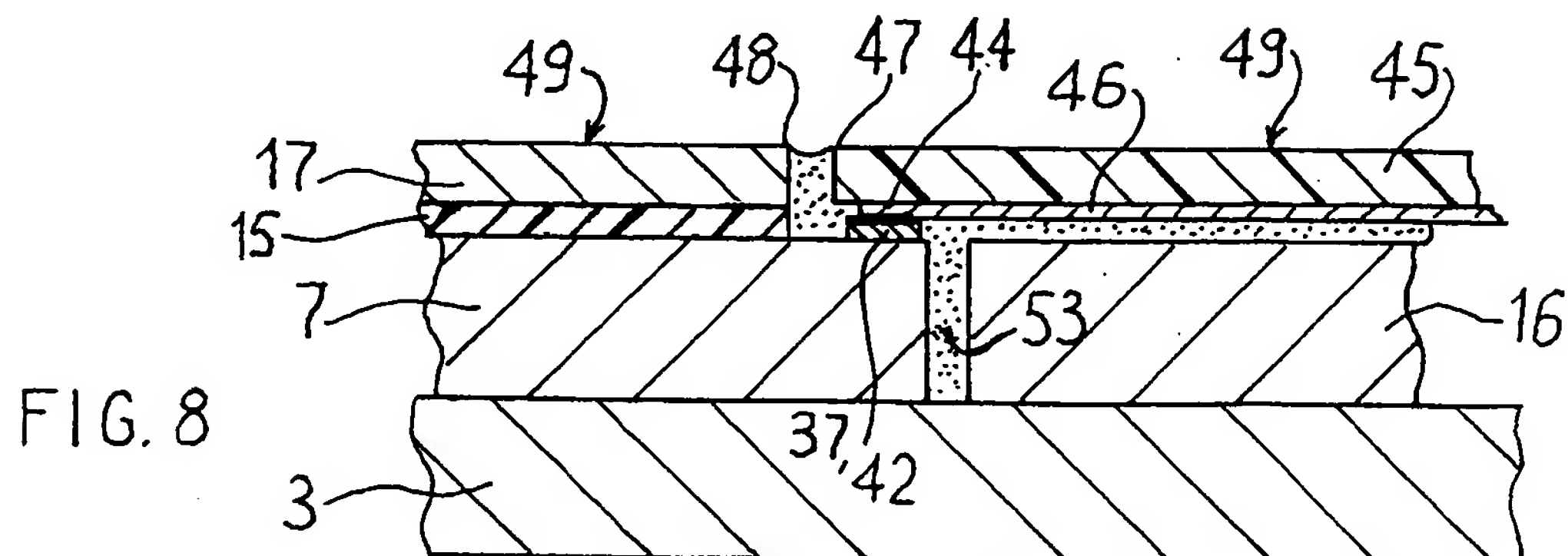
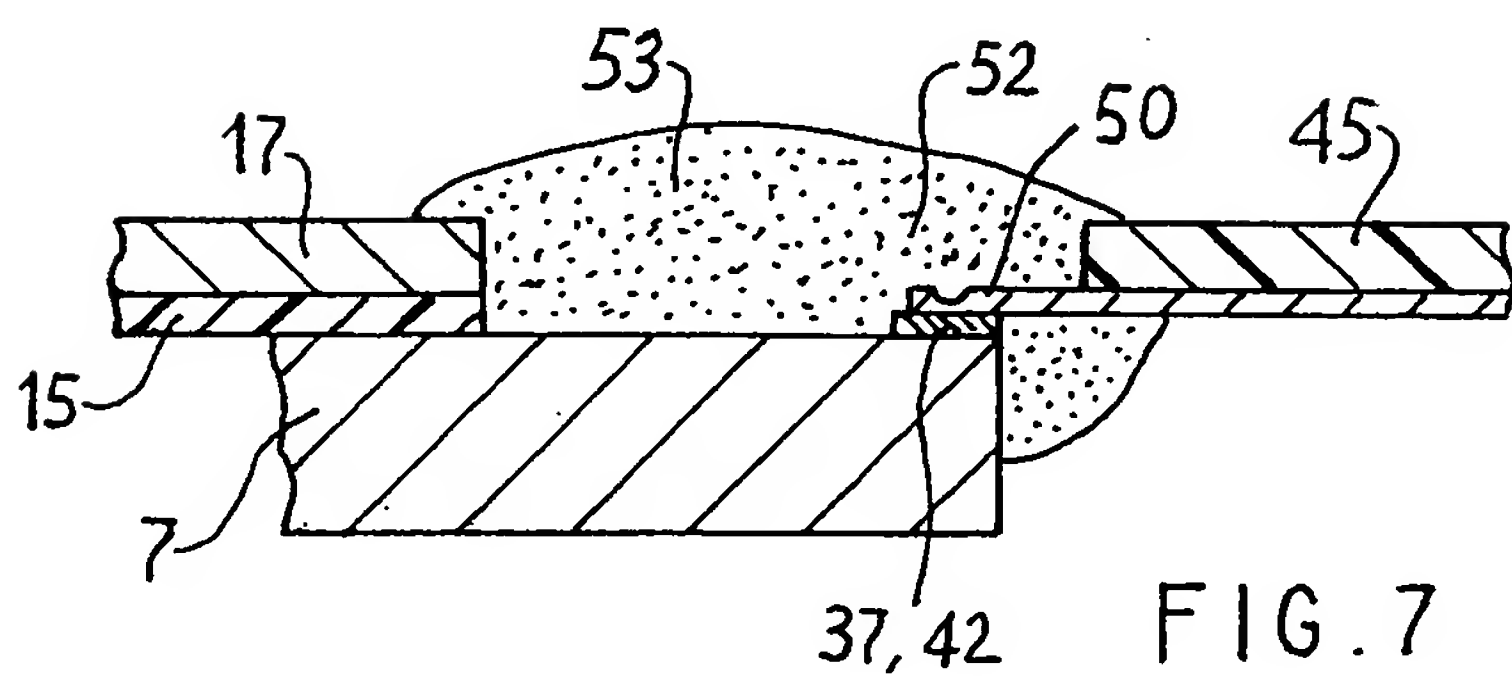
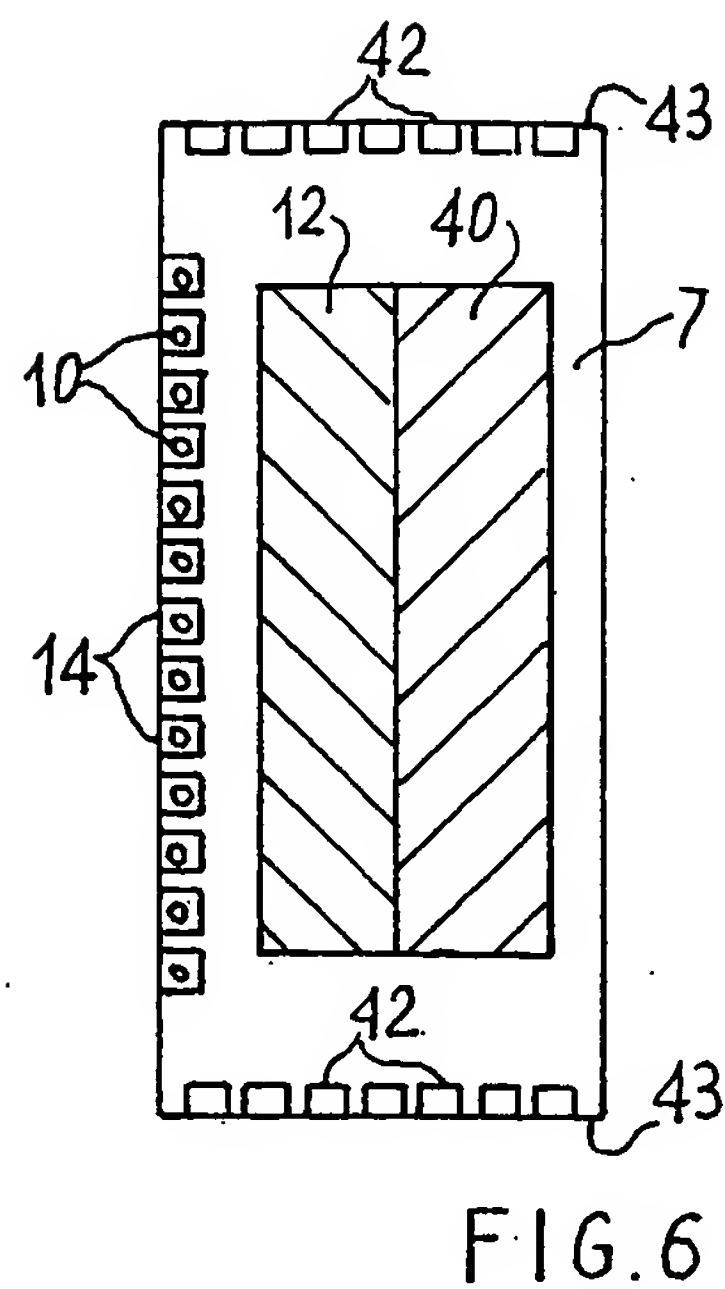
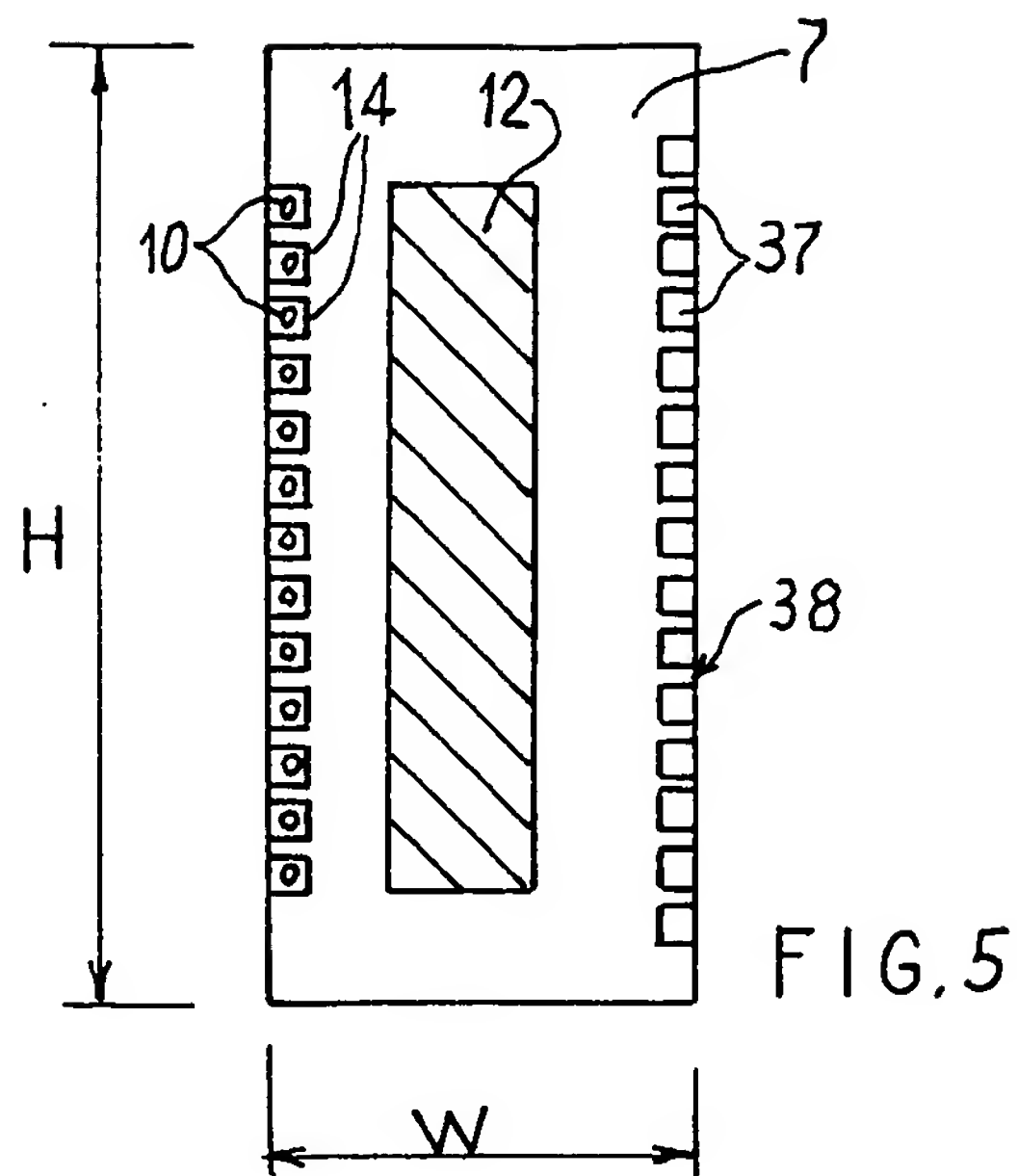
Giampiero Bobbio

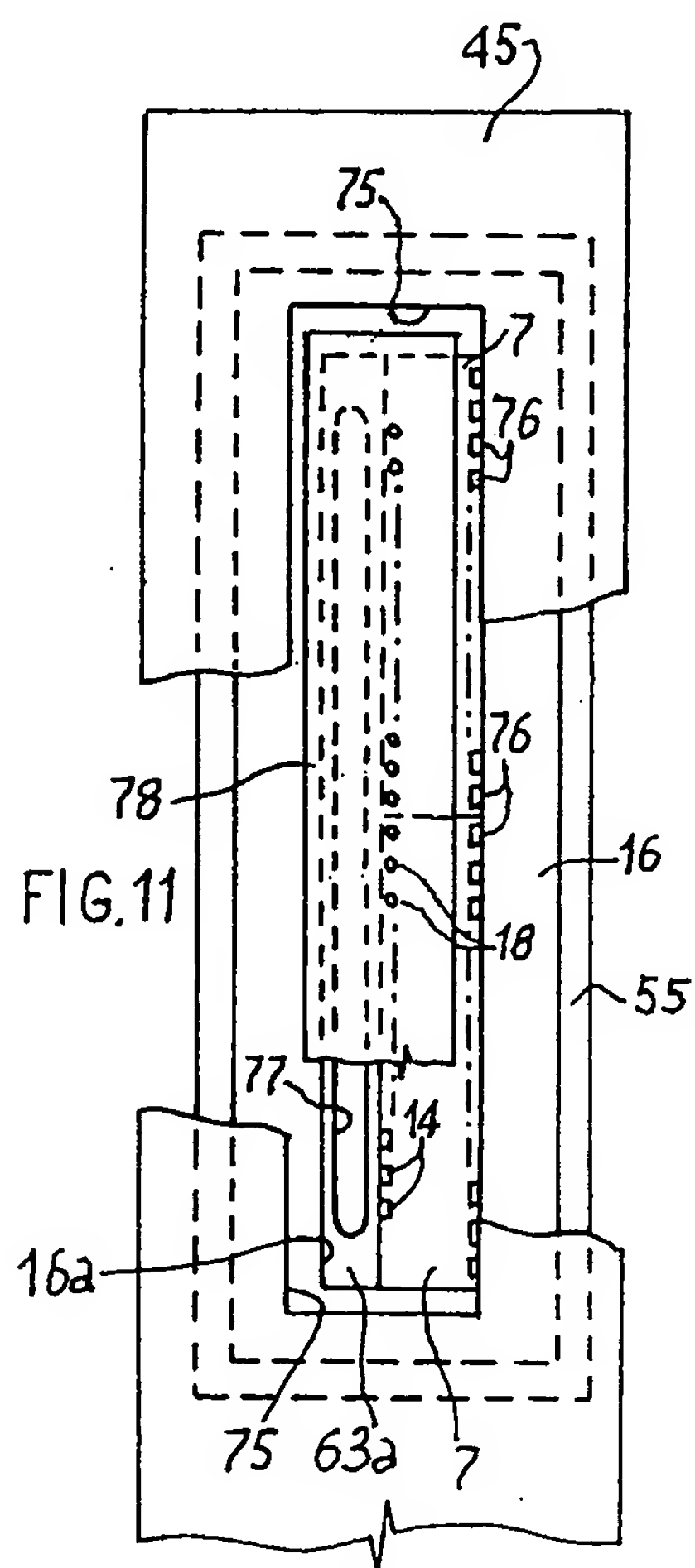
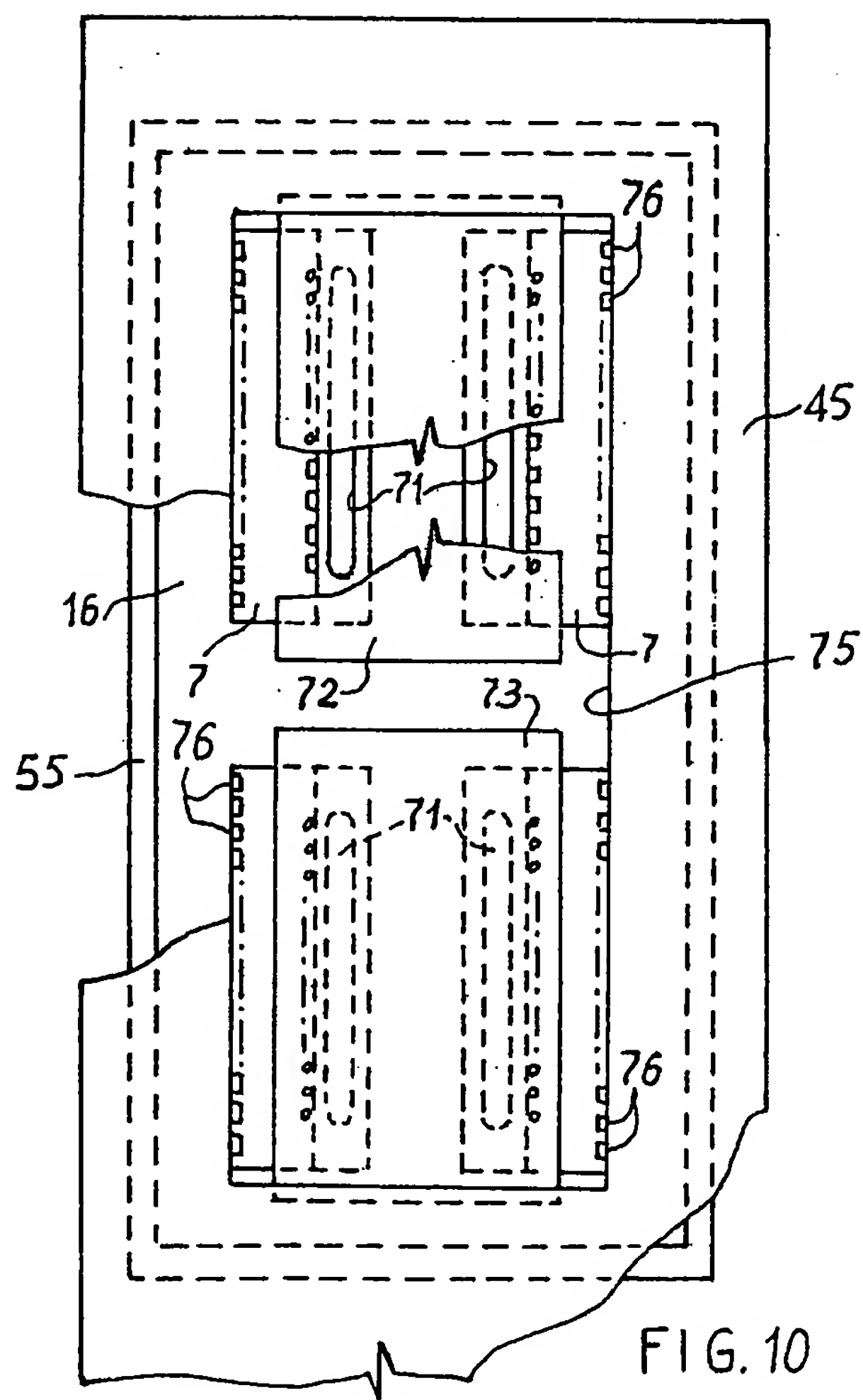
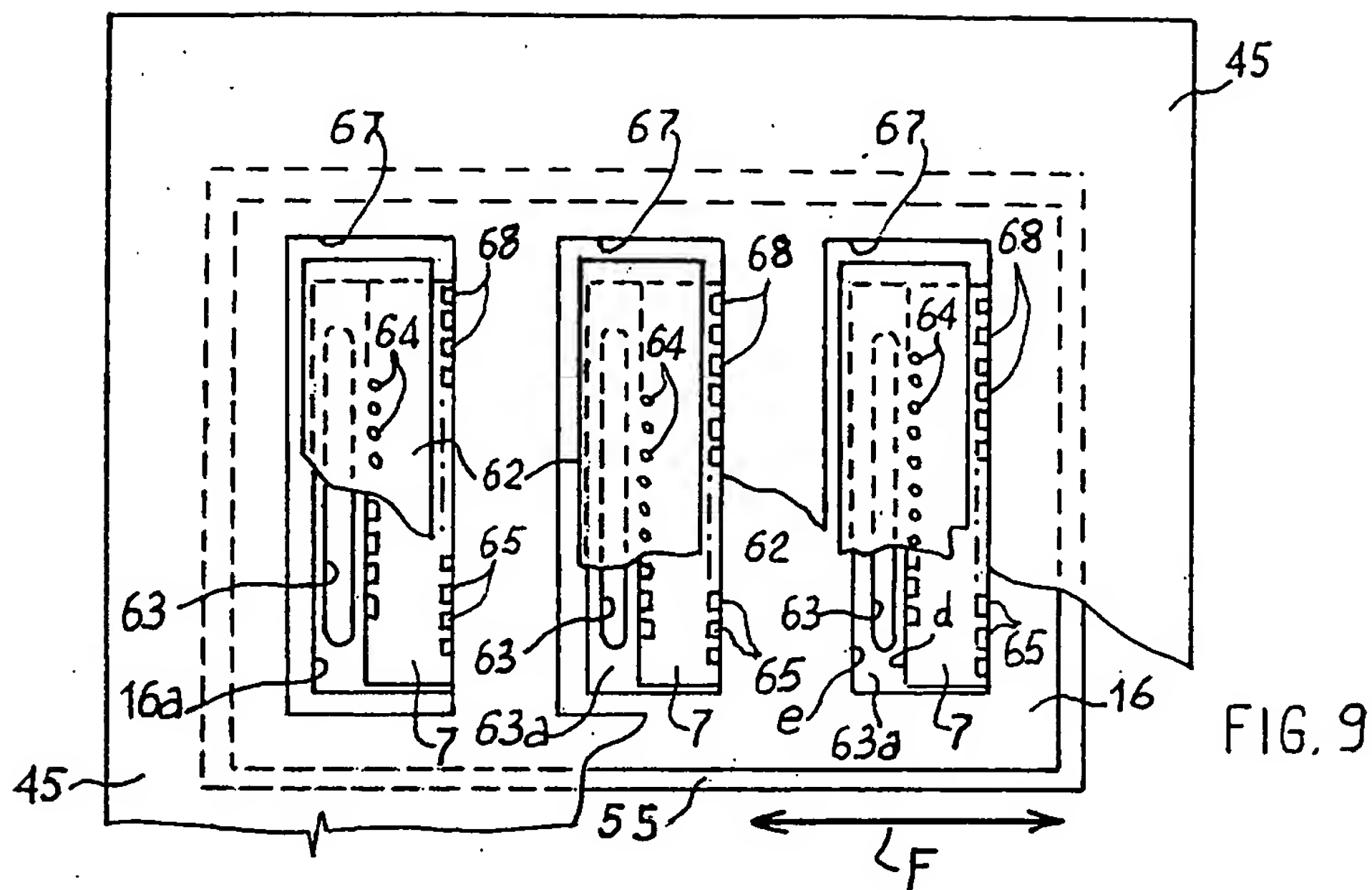
Giampiero Bobbio



p.p. Olivetti I-Jet S.p.A.
Giampiero Bobbio

G. Bobbio





p.p. Olivetti I-Jet S.p.A.
Giampiero Bobbio

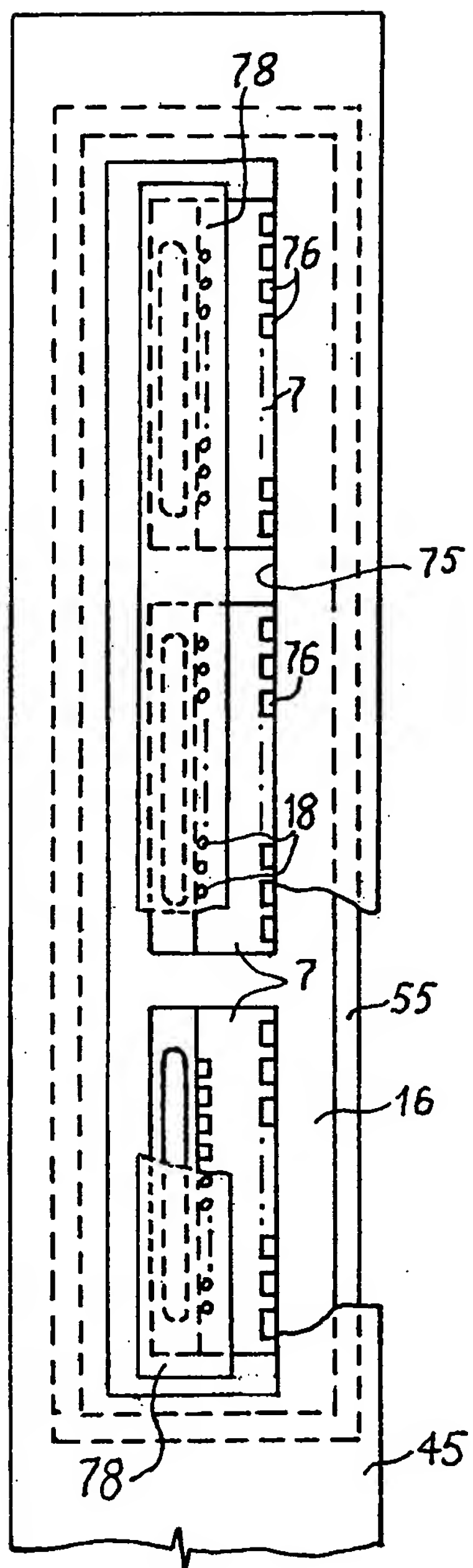


FIG. 12

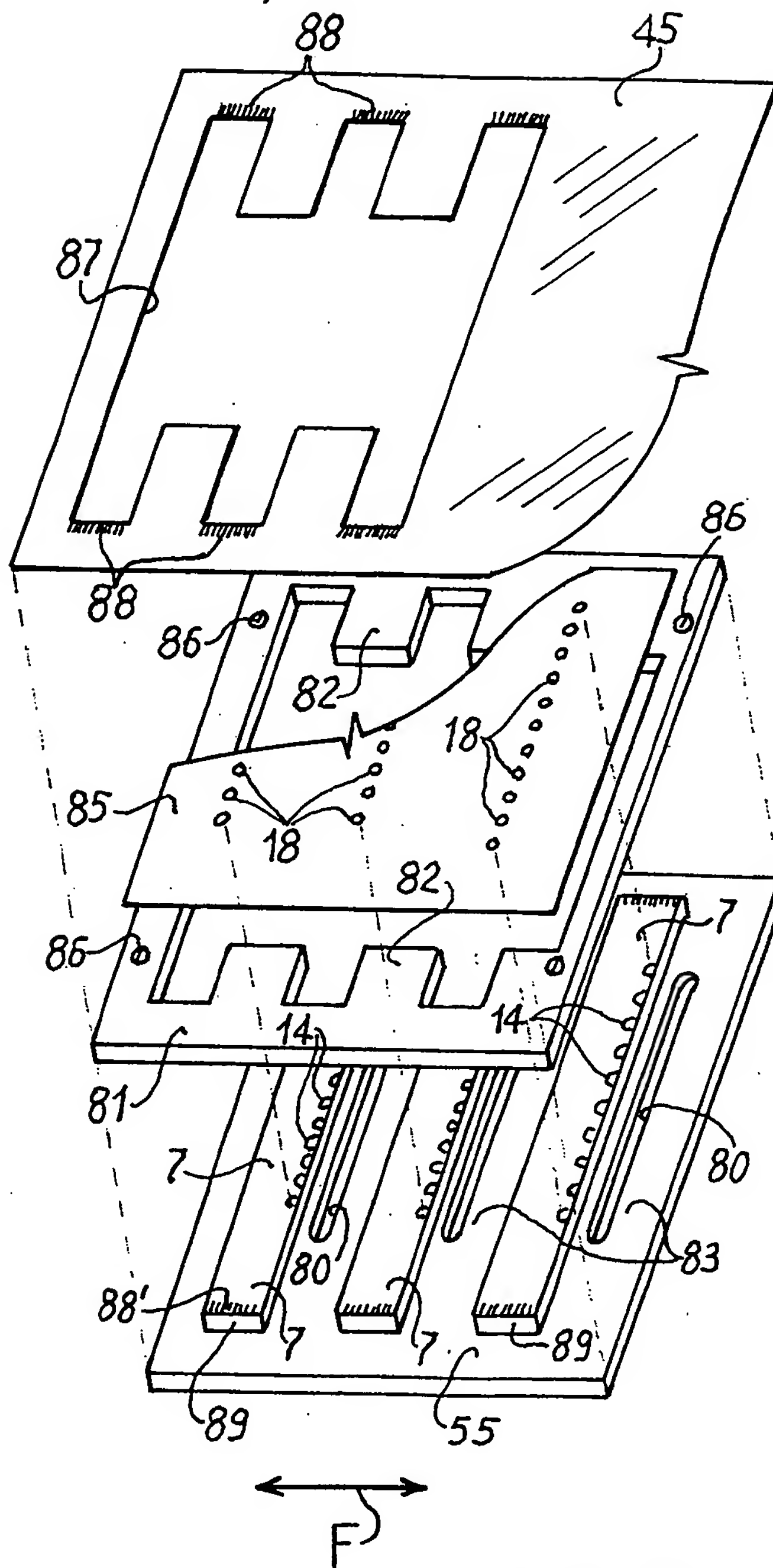


FIG. 13

p.p. Olivetti I-Jet S.p.A.
Giampiero Bobbio

Bobbio



p.p. Olivetti I-Jet S.p.A.
Giampiero Bobbio

COMPOSITE INK JET PRINTHEAD AND RELATIVE MANUFACTURING PROCESS

Technical field

This invention relates to a composite ink jet printhead and to the
5 printhead manufacturing process, particularly for a "top-shooter" type ink
jet printhead, i.e. the type in which the droplets of ink are ejected
perpendicularly to the substrate containing the heating elements and the
ejection chambers.

Brief description of the state of the art

10 As is known in the art, for instance from the Italian patent No.
1234800 and from the USA patent No. 5387314, printheads of the type
mentioned above are made using as the support a thin wafer of crystalline
silicon approx. 0.6 mm. thick and with a diameter of approx. 150 mm., from
which the single heads will be separated after they have been
15 manufactured, while a plurality of overlapping layers is deposited on the
silicon disc with known vacuum processes. Produced on these layers are
the NMOS active devices for each head, made using integrated circuit
technology, the heating elements, or resistors, and the relative electrical
connections to the outside, protected and separated by corresponding
20 isolating layers; the resistors are housed inside chambers built into the
thickness of a further overlapping layer of photosensitive material, for
example VACREL TM, and obtained in a photolithographic process

together with the lateral ink feeding channels; the channels of the chambers communicate with a narrow, oblong ink feeding duct, in the shape of a slot, which crosses through the silicon support and the layers already deposited and is arranged between two parallel rows of chambers,
5 disposed on both long sides of the slots.

Before being separated, each of the heads still on the wafer has a metallic or plastic lamina, bearing the ejection nozzles, applied to it and attached by gluing on top of the layer of the chambers, and positioned precisely so that each nozzle coincides with a corresponding chamber.

10 The wafer thus completed is cut according to a rectangular mesh grid to separate the single heads, each of which is completed by being connected to a flat cable, the ends of which are soldered to corresponding contact pads made along an edge of each single head and connected by way of internal connections to the resistors.

15 In the current art, machining of the slots is performed after the active semiconductor devices have been made, and the layers of the resistors, the layer of the relative electrical connections and the protection layers above have been deposited on the silicon wafer. The two-step machining work starts on the surface opposite that bearing the resistors
20 with a partial sand-blasting process, or chemical etching process on the silicon wafer and is completed with an erosion performed by sand blasting, or with a laser beam. Alternatively the slots can be made in a single, total

sand blasting operation.

Machining of the slots in the ways mentioned above often results in geometrical irregularities, or an offsetting of the edge of the slots with respect to the resistors, or even damage to the layers that are crossed through, on account of splintering on the edge of the slot facing the chambers, with a resultant high level of production rejects, specially for slots that are long ($> 1/2''$) and narrow ($< 250 \mu\text{m}$), in addition to being a lengthy, complex and expensive process.

Summary description of the invention

The main object of this invention consists in producing printheads without the drawbacks mentioned above and in particular in producing the printheads in lesser time and at lower cost with respect to the known art, and in which the machining of the ink feeding ducts (slots) does not interfere with the integrity of the layers in the area of the resistors and of the ejection chambers and channels leading to the chambers.

A further object of the invention consists in manufacturing ink jet printheads in which the extent of the surface of the silicon wafer used by the printhead is reduced to the minimum.

A further object of the invention is that of defining an innovative process for manufacturing ink jet printheads, in which machining of the ink feeding ducts does not interfere with the integrity of the resistors and of the relative protective layers and in which each head is made using a

silicon wafer of very low dimensions, to increase the printhead production yield and permit the production of multiple colour heads, namely with various independent groups of nozzles, capable of ejecting very small droplets (<5 pl), particularly suitable for the printing of images of photographic resolution.

In accordance with the predefined objects, according to this invention, a composite, ink jet printhead and innovative head manufacturing process are presented, characterized in the way defined in the corresponding main claims.

This and other characteristics of the invention will appear more clearly from the following description of a preferred embodiment of the printhead and of its manufacturing process, provided by way of non-restrictive example, with reference to the figures of the accompanying drawings.

Brief description of the drawings

Figure 1 represents an expanded perspective view of a composite, ink jet printhead, made according to this invention;

figure 2 represents a partially sectioned plan view of the printhead of fig. 1;

figure 3 is a section according to the line III-III in fig. 2;

figure 4 represents the disposition of the support elements, or bases, on a support plate before they are cut and separated;

figures 5 and 6 illustrate disposition of the contact pads on two active modules of different types;

figures 7 and 8 represent two different techniques for soldering the flat cable to the contact pads of an active module;

5 figures from 9 to 13 represent different geometries of composite ink jet printheads, according to the invention;

figure 14 represents the wiring diagram of an addressing circuit, integrated in an active module, according to the invention; and

figure 15 schematically represents the disposition of the circuit of
10 fig. 14 on an active module.

Detailed description of the invention

The fundamental idea, at the basis of the solution provided by this invention, is that of making an ink jet printhead 1 (fig. 1), substantially comprising two parts machined separately and assembled together only at
15 the end of the respective machining processes; more in particular the new composite printhead is made up of a first support element, or base 3, of a rigid and isolating material; a slot-shaped aperture 5 is made on the base 3, going right through the thickness of the base itself. This aperture constitutes the ink feeding duct, as will be described in detail later.

20 A second element, called active module 7, consists of a plate of crystalline silicon 8, upon which, with processes known in the art and separately from the base 3, the NMOS active devices are made. These

constitute the driving and selecting circuits 12. Layers are then deposited of heating elements, or resistors 10, and of relative interconnections, followed by a photosensitive resin film 15, in which the ink ejection chambers 14, aligned with the corresponding resistors 10, are made.

5 At this point, each active module 7 is fastened on a pre-prepared corresponding base 3, by means of gluing and pressing. Subsequently a frame 16 of resin having the same thickness as the module 7 and surrounding the module, is glued on the base 3 to improve hydraulic sealing.

10 Finally each active module 7 is completed with the application on the photosensitive film 15 and partially above the frame 16, of a metallic or plastic lamina 17 bearing the ejection nozzles 18, disposed with precision in correspondence with the chambers 14 and facing the respective resistors 10, in such a way that the ink droplets are ejected in a direction
15 perpendicular to the plane of extension of the resistors 10 (top shooter).

A more detailed description will follow of the structure and the manufacturing process of a non-restrictive, preferred embodiment of a composite printhead, according to the invention, and in particular of a head with a single line of nozzles.

20 It remains understood that the solution idea set forth in this invention is also applicable to so-called multiple heads, having more than one active module and different geometries.

Preparation of the base 3

The head 1, as already anticipated with reference to fig. 1, comprises a support element, or base 3, substantially rectangular in shape, of thickness between 400 and 600 μm and delimited by two flat and parallel opposite surfaces 20 and 21; the base 3 is cut from a plate 22 (fig. 4) of rigid, electrically isolating, chemically inert material, with coefficient of thermal dilatation close to that of the crystalline silicon. Among the materials that may be used to produce the base 3, by way of non-restrictive examples, the following may be quoted: alumina, borosilicate glass, resin, or even crystalline silicon, not necessarily of prime purity and surface finishing.

As an example, the choice for use in production of the bases 3 falls on a plate 22 (fig. 4) of ordinary, commercial type silicon, without any particular electrical and mechanical characteristics, having diameter approx. 150 mm. and thickness approx. 400 – 600 μm , from which approximately 500 unitary bases may be obtained after machining, assuming that each base has dimensions of approx. 5 X 14 mm.

The preparation of the bases 3 proceeds according to the following steps (fig. 4) .

Step 1) on a face 20 of the plate 22, a metallic film 24, for example Al or Cr, of thickness 1000 – 3000 \AA , is deposited, and on this is applied a layer of photosensitive material (photoresist) 26, in turn exposed with a

mask for defining the following positioning references:

1a) reference and alignment marks 29, for high precision positioning, that is to say with a tolerance of $\pm 1 \mu\text{m}$ of the active module 7 on its base 3;

5 1b) outline 30 of the slot 5;

1c) separation lines 32, along which the single support bases 3 will subsequently be cut;

1d) outlines of areas 33 of dispensation of the adhesives, for gluing the active module 7 on the base 3;

10 1e) outline of the area of dispensation 34 of the adhesive for gluing the resin frame 16, which laterally seals the module 7 on its base 3.

Step 2) exposure of the photoresist 26 to a light source through a mask and subsequent development; removal of the superfluous portions of the metallic film 24, not protected by the mask used.

15 Step 3) deposition of an "adhesion promotion" type film to facilitate adhesion of the glues.

Step 4) etching of the slot 5, without particular restrictions of precision, since there are no delicate components, such as resistors, or NMOS circuits on the base 3. The etching may be performed with one of
20 methods known in the art, such as sand blasting, laser beam, vacuum plasma, anisotropic chemical etching, etc. Where alumina, or ceramic, is used, the slot is obtained by pressing before to baking.

Production of the slots 5 concludes preparation of the bases 3, which are provisionally deposited in a temporary store.

Preparation of the active modules 7.

To produce the active modules 7 a crystalline silicon disc or wafer is
5 used. Not depicted in any of the drawings, the wafer is between 400 and 600 μm thick; initially, both the outer, opposite surfaces are passivated with an isolating layer of silicon oxide, SiO_2 ; supposing that each active module 7 has plan dimensions of 10.5 mm x 1.6 mm, roughly 700 silicon wafers may be made, without considering the inevitable production rejects.

10 Then on one of the passivated surfaces, using the known semiconductor technologies, for each active module 7, the NMOS circuits for driving the resistors 10, the logic circuits for selecting are made, and the resistors 10, the protective layers, the internal interconnections and the external contact pads are produced with a deposition of conducting,
15 isolating and resistive layers; finally a layer of photosensitive polymer is laminated, in which, following exposure and development, the ink ejection chambers are built, according to the manufacturing processes known in the art, for instance as described in detail in the above-mentioned Italian patent No. 1.234.800, or in the Italian patent application No. TO 2001
20 A001019 filed in the name of the applicant, which are recalled for reference.

Following the preparation process described, according to the

invention, at least two types of active modules may be produced by way of non-restrictive example:

a first type called "Module A" (fig. 5), in which the driving circuit 12, integrated in the module, is laid out as an NMOS matrix, which requires a large number of external connections, or contact pads 37, arranged on the long side 38 opposite the resistors 10;

a second type called "Module B" (fig. 6) which, as well as the driving circuit 12, also integrates on board the CMOS or NMOS selection logic 40, with a further reduction in the number of contact pads 42 for external connection, which can be disposed on the short sides 43 of the module 7.

Once construction of all the active modules contained in the silicon disc has been completed, after the customary sight and electrical test inspections, the single modules are separated by cutting of the disc according to a rectangular grid of dimensions in line with the dimensions of the single modules.

Production of the composite printhead

Composition of the printhead according to the invention is completed with an operation of mounting of each of the active modules 7 on each of the bases 3 still joined on the plate 22, and is conducted in the following steps:

step 5) dispensation of an polymerizable adhesive in the areas 33 where the active modules 7 will be mounted on the plate 22;

step 6) positioning and alignment of the active modules with precision of $\pm 1 \mu\text{m}$ on the bases 3 of the plate 22, taking reference between the marks 29 of the base 3 and corresponding marks 29' made on each module 7;

5 step 7) application on the bases 3 of spots of UV ray hardened bonder to keep the single active modules in place during the subsequent phase of polymerization of the polymerizable adhesive;

step 8) polymerization of the polymerizable adhesive after completing the positioning and alignment of the individual active modules
10 in the relative positions on the plate 22;

step 9) dispensation of adhesive in the areas 34 where the frames 16 are bonded;

step 10) assembly of the resin frames 16 on the bases 3, according to the references of the separation lines 32 of the plate 22; the frames 16
15 are made from a substantially rectangular shaped resin plate (fig. 1), having a central aperture 16a, also rectangular in shape, complementary to the dimensions of the active module 7 and suitable for surrounding the active module 7, in contact with at least three contiguous sides "a", "b", "c" of the active module 7 (figs. 2, 3); the frame 16 is kept at a distance from
20 the fourth side "d" of the active module 7, that is to say the fourth side "e" of the aperture 16a is disposed beyond the slot 5 with respect to the fourth side "d" of the active module 7, provided with chambers 14, so as to

constitute an ink store chamber 5a, in communication both with the feeding slot 5 and with the ejection chambers 14; the frames 16 must be of the same thickness as the active modules 7 in order to form together with the active module 7, a uniform surface, that facilitates subsequent bonding of the nozzle-bearing lamina 17 (fig. 1);

step 11) polymerization of the adhesive in order to block the frames on the plate 22;

step 12) application of an adhesive on the upper surface of the frames 16, for subsequent mounting of the laminas 17 bearing the ink-ejecting nozzles; the nozzle-bearing laminas 17 adhere to the layer 15 of photopolymer by thermal effect; alternatively a film of thermoplastic, or thermohardening material may be applied on the frame, deposited by tampography, rolling, silk screen printing, or more simply through a layer of semi-liquid bonding agent, dispensed flat in a groove, not represented in the drawings, prepared in the frames;

step 13) assembly of the nozzle-bearing lamina 17 and its temporary alignment with respect to the resistors 10 and fastening of said lamina with a number of spots of bonding agent 19, 86 (figs. 1, 13), before separation of the portion of nozzle-bearing lamina, relative to each single module, from the bearing reel, not depicted in the drawings, in the case of plastic laminas, or from the pre-engraved sheet, in the case of metallic laminas;

step 14) pressing at controlled temperature and duration of all the laminas 17 of all the active modules 7 assembled on the plate 22, for gluing of the laminas on the layer of photosensitive polymer 15 of each of the active modules 7 and on the frames 16; at the end of this operation, 5 the nozzle-bearing laminas 17 constitute an upper closing wall of both the ejection chambers 14, and of the store chambers 5a, communicating with the slots 5;

step 15) cutting of the plate 22 along the separation lines 32 to produce the individual composite printheads.

10 The composite heads thus produced have a flat cable 45 connected to them, through the soldering of its ends to the contact pads 37, 42, made on the edges of each active module 7; the soldering may be performed with the standard process, known in the sector art, called "Tape Automatic Bonding" or T.A.B. (fig. 7), or with thermoplastic adhesives of the A.C.F. 15 (Anisotropic Conductive Film) or A.C.P. (Anisotropic Conductive Paste) type (fig. 8), made from a thermoplastic film 44, or respectively a paste resin to be dispensed, including small electrically conductive balls, dispersed through the polymer; the Tin-Bismuth alloy based conducting balls, with melting point approx. 140 °C, produce an optimal electrical 20 contact between the flat cable 45 and the contact pads 37,42 of the modules 7, such as for instance the commercially known product Loctite ACP 3445 TM.

The A.C.F. or A.C.P. technique comes with the advantage that the contact conductors 46 of the flat cable 45 (fig. 8) are borne by the same flat cable, with the advantage that the header edge 47 of the flat cable may be placed very close to the edge 48 of the nozzle-bearing lamina 17 and the thickness of the flat cable can be chosen so that the upper surface 49 of the flat cable is on the same level as that 49' of the nozzle-bearing lamina 17; conversely, with T.A.B. (fig. 7), the soldering ends 50 of the flat cable are arranged embossed, creating a cavity 52 which can be filled with a protective UV resin 53.

The A.C.F. or A.C.P. type connection is feasible with high definition heads; in fact, the ejected ink droplets may drop in volume to about 4 – 6 pl., with energies in play of 1 – 2 μ J, so that the electrical currents traversing the contact pads are in the order of 100 mA, or less.

The low level of consumed current means that the area occupied by the NMOS driving circuits (figs. 5, 6) may be reduced, with the resultant possibility of reducing the width "W" of the active module 7; this also allows the number of nozzles aligned in a single line to be increased inside a vast range, increasing the height "H" of the active module 7.

With a step of 1/300" between the resistors, that is to say between the nozzles, a module of height "H" up to 1" may be built, without encountering the problems of manufacturing the ink feeding slots 5, as these are made apart on the support plate 22.

The printhead preparation process described above is also suitable, without any particular amendments, for the preparation of multiple printheads, in which at least two, and possibly more active modules 7, are mounted on a single base, arranged in different configurations, according to the required level of printing performance.

Figures from 9 to 12 illustrate, by way of a non-restrictive example, a number of possible configurations of multiple printheads, consisting of a single base 55, on which a plurality of active modules 7, of type "A", is mounted, in which the electrical connection pads are arranged on a long side of each module 7, opposite the other long side, on which the ejection chambers 14 are arranged; more particularly, figure 9 represents a printhead in which, on a single base 55, three active, "A" type modules 7 for a colour printer are mounted.

The modules 7 are set one beside the other, in parallel in the horizontal direction, i.e. parallel to the printing direction, indicated by the arrow "F", and with a pitch of the nozzles that gives a print resolution of 300, or 600 D.P.I. ; designated with the numeral 60 is the outer edge of the support base 55, numeral 61 is that of the frame 16 on top, 62 the three nozzle-bearing laminas, designated with 63 are the three, different colour ink feeding slots; designated with 63a are the ink chambers, similar to those designated 5a in figure 3, delimited by the lamina 62, by the sides "e" of the aperture 16° and by the side "d" of the active modules 7.

The numeral 64 designates the nozzles aligned in the vicinity of the long side "d" of each module 7, facing the corresponding slot 63, and 65 the external connection pads to which the flat cable 66 is connected. In this version, the flat cable 66 is provided with three apertures 67 of a width
5 that does not cover the nozzle-bearing laminas 62; the contact ends 68 of the flat cable 66 are disposed on a long internal side of each aperture 67.

Figure 10 depicts a printhead with four active modules 7 set side by side in two's, mounted on the same base 55, for printing with three colours plus black; the four feeding slots 71, each suitable for supplying a different
10 colour ink, are produced on the base 55, machined separately from the active modules 7, and the four active modules 7, adjacent and parallel to each slot 71, are then mounted on the base 70.

In the version of fig. 10, two nozzle-bearing laminas 72, 73 are used, each of which bears two parallel rows of nozzles 18 and two
15 modules side by side.

The flat cable 45 is provided with a single rectangular aperture 75, and the connection pads 76 are situated on the two long sides of the aperture 75.

Figure 11 shows a monocolour head consisting of a single base 55
20 on which are mounted two identical modules 7 aligned and touching head to head, with a pitch between the nozzles of $1/300''$; this arrangement allows nozzle pitch to be kept constant, even when two modules are

straddled. In this way, by using two modules with height (H) $1/2''$, a module of "equivalent" height 1" is obtained, with which to perform printing with a resolution of 300 D.P.I. with a single pass, or of 600 D.P.I. in two passes.

5 A single ink feeding slot 77 is made on the base 55. It is longer than other similar ones because it has to feed two consecutive rows of nozzles 18. Likewise the nozzle-bearing lamina 78 is made in a single piece and covers both the modules 7.

10 Finally, figure 12 illustrates a printhead made up of a single base 55, with three modules 7 aligned vertically, but each one separate from the other; this head may be used for printing in three colours at a pitch of $1/300''$, or $1/600''$.

15 Again in figures 11, 12, the flat cable 45 has a single aperture 75 and the connection pads 76 are located on one of the long sides of the aperture 75.

20 Depicted in an exploded, perspective view in figure 13 is a multiple, three-colour printhead, with three "B" type modules 7 on a single base 55, parallel and side by side in the direction of printing, indicated by the arrow "F". The base 55 is provided with three slots 80, in the vicinity of which the three active modules 7 are mounted.

 A resin frame 81 of the same thickness as the modules 7 is glued on to the base 55, in such a way as to partially surround each module and

thereby improve hydraulic sealing. The frame 81 is provided with opposing protrusions 82, of dimensions suitable for insertion between the modules 7, close to their ends 82, and for delimiting feeding chambers 83, communicating both with the corresponding slot 80 and with one of the groups of ejection chambers 14.

Glued to the frame 81 and to the three active modules 7 is a metallic or resin lamina 85, normally of KaptonTM, provided with three parallel lines of nozzles 18. The nozzles 18 are set facing their corresponding resistors contained inside the chambers 14, so that the ink droplets are ejected in a direction perpendicular to the surface of the resistors themselves; the lamina 85 also constitutes the upper closing wall of the chambers 83.

During assembly of the heads on the plate 22 (fig. 4), the laminas 85 are initially mounted on the frames 81 through a number of spots of UV binder 86, to keep them stationary and integral with the frame 81, before being separated from the reel, not shown in the drawings, on which they are wound, in the case of plastic laminas, or separated from a larger, pre-engraved sheet, in the case of metallic laminas. Finally the laminas 85 are glued by hot-pressing on the completed wafer.

The flat cable 45 has a single aperture 87, and the connection pads 88 of the flat cable 45 are connected to corresponding pads 88', made on the edge of the short sides 89 of the modules 7. With this geometry, even

more than three modules may be used, for example four modules (three colours plus black), with obvious advantages, e.g. the nozzle-bearing lamina 85 may be made of a single piece, the head occupies less space on the horizontal, and the hydraulic sealing between the modules 7 and
5 with the environment is more secure.

The configuration of the head depicted in fig. 13, in which the flat cable 45 is soldered by its head to the active modules 7, namely on contact pads on the short sides 89 of the modules themselves, is rendered possible by the use of an addressing circuit operating in 3D mode, with
10 simple N-MOS active devices, and in particular of the type described in the international patent application PCT/IT00/00271 with priority 12/07/1999 filed by Olivetti Lexikon S.p.A., and illustrated in part in fig. 14.

For simplicity of presentation and by way of example, it is supposed that each active module 7 of the head of fig. 13 comprises 112 nozzles, to
15 each of which corresponds a resistor R_N ($N= 1...112$), in turn activatable via a corresponding transistor T_N ; the resistors R_N , and therefore the transistors T_N , are laid out in 8 pairs of groups 90 (fig. 14) of seven resistors R_1, R_2, \dots, R_7 each; the resistors R_1, R_2, \dots, R_7 of each group 90 are connected between the "drain" D of each corresponding transistor $T_1,$
20 T_2, \dots, T_7 and in common to each primitive line P_M ($M= 1...8$); the transistors T_1, T_2, \dots, T_7 of each group 90 have their "source" connected in common to the "drain" of a selector transistor 91, 91a, while each of their

“gate” terminals is connected to one of the seven address lines A_A ($A=1\dots7$); in turn the selector transistors 91,91a have their “source” connected to a common ground terminal 92. The selector transistors 91 belonging to each first group and the selector transistors 91a belonging to each second group of each pair have their “gate” terminal connected to one or the other of two selection enabling lines, SW1 and SW2 respectively.

Therefore, with the pre-settings selected for the example described above, in which the number of primitives $P = 8$, the number of addresses per primitive is $A = 7$ and the number of selections $SW = 2$, the following are required:

$8 (P) + 7 (A) + 2 (SW) + 2 (\text{ground}) = 19$ external contacts (pads) 88' for each active module 7, which is therefore provided with:

$8 (P) * 7 (A) * 2 (SW) = 112$ resistors R_N , that is to say 112 ejection nozzles 18 (fig. 13).

Figure 15 represents schematically an active module 7, built according to the pre-settings of the example presented. The plan dimensions of the active module 7 are length 10.5 mm and width 1.6 mm, i.e. the dimension of the short side 94.

The 19 pads 88' are subdivided (+ one for back-up) ten per side 94, spaced apart by $20 \mu\text{m}$, each pad having width $140 \mu\text{m}$.

The circuit of figure 14 is represented schematically on the active module 7 of figure 15 in the following way:

the staggered lines 95 represent the sixteen groups of resistors R_N , each pair of groups being connected to a primitive line (P_M);

the squares 96 with vertical lines represent the transistors T_N corresponding to each group of resistors R_N , which receive the address
5 signals A_A from an array 97 of conductors, which also includes two conductors for the pulses SW, which go to drive the selection transistors 91, represented by strike-through rectangles 98, below which runs a large ground return conductor 99.

The pads 88' on the short side 94' (on the left in fig. 15) are
10 therefore connected to the following conductors:

P1, P2, P3, P4; A1, A2, A3, A4; GRN;

whereas the pads 88' on the short side 94 (on the right in fig. 15), are connected to the conductors:

P5, P6, P7, P8; A4, A5, A6, A7; SW1, SW2;

15 It is clear from the description that the composite printheads, produced according to the invention, have numerous advantages with respect to the heads of the prior art. Their construction is in fact simpler because, as the ink feeding slots are built separately, they do not have any of the precision and high quality finishing constraints required by the
20 traditional construction techniques. Furthermore the new heads are also less expensive because the active modules may be built of lesser dimensions than in the previous techniques, saving considerable

quantities of silicon and the noble metals used for the resistors and for the internal interconnections, and also the labour required for manufacture of each single chip.

A further advantage obtained with the heads according to the invention lies in the fact that, by using addressing circuits in 3D mode integrated in the active modules, the number of external connections is greatly reduced. This makes it possible to connect the conductors of the flat cable to contact pads, preferably arranged on the short sides of the active modules, so that a greater compacting can also be achieved of multiple printheads.

C L A I M S

1. Ink jet printhead (1) of the type comprising a plurality of nozzles (18) and a corresponding plurality of heating elements (10), selectively activatable to produce the ejection of ink droplets through said nozzles
5 (18), said nozzles being disposed facing the corresponding heating elements (10), the latter being housed in respective chambers (14) suitable for containing ink, **characterized in that** said printhead (1) comprises an active module (7) and a support element (3) for said active module (7), said active module (7) being made up of a thin wafer (8) of
10 silicon, bearing said plurality of heating means (10) and said chambers (14), said support element (3) in turn consisting of a portion of a plate (22) of rigid, isolating material, provided with a feeding duct (5) for said ink, traversing the thickness of said support element (3), said active module (7) being built separately from said support element (3) and subsequently
15 mounted integrally on said support element (3).
2. Printhead according to claim 1, **characterized in that** said active module (7) is placed on said support element (3) in such a way that said chambers (14) are facing said feeding duct (5).
3. Printhead according to claim 1, or 2, **characterized in that** said
20 feeding duct (5) is made in the form of an slot elongated in the longitudinal direction of said active module (7).
4. Printhead according to claim 1, or 2, or 3, **characterized by** the fact

of also comprising a resin frame (16) mounted on said support element (3) and provided with an aperture (16a) of a shape substantially complementary to the dimensions of said active module (7), suitable for accommodating said active module (7) in contact along at least three
5 contiguous sides (a, b, c) of said aperture (16a).

5. Printhead according to claim 4, **characterized in that** each of said apertures (16a) also accommodates said feeding duct (5), arranged between a fourth side (d) of said aperture (16a) and the chambers (14) of said corresponding active module (7), for defining an ink store chamber
10 (5a), communicating with the ejection chambers (14) of said active module (7) and with the corresponding feeding duct (5).

6. Printhead according to claim 4, or 5, **characterized in that** a lamina (17) bearing a plurality nozzles (18), corresponding to said chambers (14), is mounted in part above said active module (7) and in part above said
15 frame (16), said lamina (17) constituting an upper closing wall for said chambers (14) and for said communicating chamber (5a).

7. Printhead according to any of the previous claims, **characterized in that** said active module (7) is provided with a plurality of electrical contact pads (37,42), connected to said heating means (10), suitable for being
20 soldered to an array of feeding wires (45).

8. Printhead according to claim 7, **characterized in that** said active module (7) comprises integrated electronic driving circuits, connected

between said pads (37) and said heating means (10), suitable for selectively activating said heating means (10), said pads (37) being arranged on a long side (b) of said active module (7), opposite said chambers (14).

- 5 **9.** Printhead according to claim 7, **characterized in that** said active module (7) comprises integrated electronic driving and selecting circuits, suitable for selectively activating said heating means (10) and connected between said pads (42) and said heating means (10), said pads (42) being arranged on both short sides (a, c, 43) of said active module.
- 10 **10.** Multiple, ink jet, colour printhead, of the type comprising groups of nozzles (18) and corresponding groups of heating means (10), selectively activatable to produce ejection of the ink droplets through said groups of nozzles (18), said nozzles (18) of each group being arranged facing the corresponding heating means (10), the latter being accommodated in
- 15 respective chambers (14) suitable for containing ink, **characterized in that** said printhead consists of a plurality of active modules (7), and a single support element (3) for said plurality of active modules (7), each active module (7) being made of a thin silicon plate (7) bearing a corresponding group of heating means (10) and relative chambers (14),
- 20 said support element (3) being in turn made of a portion of a plate (22) of rigid, isolating material and provided with an ink feeding duct (5), associated with each active module (7) of said plurality, each duct (5)

crossing through the thickness of said support element (3), the active modules (7) of said plurality being built separately from said support element (3) and subsequently integrally mounted on said support element (3).

5 **11.** Multiple printhead according to claim 10, **characterized in that** the active modules (7) of said plurality are positioned on said single support element (3) in such a way that the ejection chambers (14) of each module are facing a corresponding feeding duct (5).

10 **12.** Multiple printhead according to claim 10, or 11, **characterized by** the fact of also comprising a resin frame (16) mounted on said single support element (3), and provided with at least one aperture (16a) having a substantially complementary shape to the dimensions of a corresponding active module (7) and being suitable for housing said corresponding active module (7) in contact along at least three contiguous
15 sides (a, b, c) of said aperture (16a).

20 **13.** Multiple printhead according to claim 12, **characterized in that** each of said apertures (16a) also accommodates said feeding duct (5), arranged between a fourth side (d) of said each aperture (16a) and the chambers (14) of said corresponding active module (7), for defining a plurality of ink store chambers (63a), each communicating with the ejection chambers (14) of each of said modules (7) and with the corresponding feeding duct (63).

14. Multiple printhead according to claim 12, or, 13, **characterized in that** a lamina (62, 72,78), bearing groups of nozzles (18), associated with said chambers (14), is mounted in part on top of at least one of said active modules (7) and in part on top of said frame (16), said lamina constituting
5 an upper closing wall for each of said communicating chambers (63a) and for the ejection chambers (14) facing said communicating chambers (63a).

15. Multiple printhead according to any of the claims from 10 to 14, **characterized in that** said plurality of active modules comprises three active modules (7) side by side in parallel, in the horizontal direction, i.e.
10 parallel to the printing direction (F), mounted on a single support element (55); the chambers (14) of each active module (7) facing a corresponding feeding duct (63) of said support element (55).

16. Multiple printhead according to any of the claims from 10 to 14, **characterized in that** said plurality of active modules comprises four
15 active modules (7) side by side in two's, mounted on a single support element (55), for printing in three colours plus black, the chambers (14) of each active module (7) facing a corresponding feeding duct (71) of said support element (55).

17. Multiple, monocolour printhead according to any of the claims from
20 10 to 14, **characterized in that** said plurality of active modules comprises two active identical modules (7) aligned and touching head to head, mounted on a single support element (55), for printing in a single colour,

said support element (55) comprising a single feeding duct (77), extending in a position facing the chambers (14) of both of said two active modules (7), said chambers (14) being separated by a constant step, said frame (16) being provided with an aperture (16a) suitable for accommodating
5 both said two active modules (7) and said nozzle-bearing lamina (78) being sized so as to cover both of said two active modules (7).

18. Multiple printhead according to any of the claims from 15 to 17, **characterized in that** each active module (7) of said plurality comprises a group of pads (68,76) arranged on a long side of said active modules (7),
10 opposite said chambers (14).

19. Multiple printhead according to claim 18, characterized in that each active module (7) of said plurality comprises integrated electronic driving circuits (12), suitable for selectively activating said heating means (10) and connected between said groups of pads (68,76) and said heating means
15 (10).

20. Multiple printhead according to any of the claims from 10 to 14, **characterized in that** said plurality of active modules comprises at least three active modules (7) side by side in parallel, in a direction parallel to the printing direction (F), mounted on a single support element (55), the
20 chambers (14) of each active module (7) facing a corresponding feeding duct (80) of said support element (55), each active module (7) of said plurality comprising integrated electronic driving circuits (12) and

integrated CMOS or NMOS logic selecting circuits (40), suitable for selectively activating a plurality of groups of heating elements (10, R_N) and connected between groups of pads (42, 88') and said heating elements (10, R_N), said pads (42, 88') being arranged on short opposite sides (43, 5 89) of each active module (7).

21. Multiple printhead according to claim 20, **characterized in that** said CMOS or NMOS logic selecting circuits (40) comprise a 3D mode addressing circuit, for selectively activating said heating elements (10, R_N), said addressing circuit comprising selection transistors (91, 91a) 10 associated with each of said groups of heating elements (10, R_N), suitable for activating in sequence predetermined heating elements (10, R_N), in each of said groups, defined by a pre-established combination between and selection address (A_A) and a logic primitive signal (P_M), said selection transistors (91,91a) being enabled by a logic enabling signal (SW1, SW2).

15 22. Process for producing an ink jet printhead of the type comprising a plurality of nozzles (18) and a corresponding plurality of heating elements (10), selectively activatable to produce the expulsion of ink droplets through said nozzles (18), said nozzles (18) being arranged facing corresponding heating elements (10), the latter being accommodated in 20 respective chambers (14) suitable for containing ink, said process comprising the following steps:

a) producing a plurality of active modules (7) each of which is made of

- a thin silicon plate, bearing said plurality of heating means (10) and said chambers (14);
- b) tracing on a surface (20) of a plate (22) of thin, rigid, electrically isolating material, of reference marks (29), a grid of contour and separation lines (32) for delimiting a plurality of support elements (3) for said active modules, suitable for being cut from said plate;
- c) making on each of said support elements (3), delimited by said contour lines (32), at least one aperture (5), passing through the thickness of said support element;
- d) mounting on each of said support elements at least one of said active modules (7), with reference to said marks (29), in such a way that said plurality of chambers (14) is facing each of said apertures (5);
- e) mounting on each of said support elements (3) a resin frame (16), provided with at least one aperture (16a) of a shape complementary to the dimensions of each of said active modules (7), suitable for accommodating a corresponding active module (7), and arranged adjacent to at least three contiguous sides of said active module (7) and sized for defining an ink chamber arranged between a fourth side (e) of said aperture and the chambers (14) of said active module (7);
- f) mounting on at least one of said active modules (7), or already mounted on the relative support element (3), of a lamina (17, 62, 72, 78) bearing a plurality of nozzles (18), corresponding to said plurality of

chambers (14), in such a way that said nozzles are facing corresponding heating elements (10); and

g) cutting said plate (22) according to said contour lines (32) for separating said support elements (3) bearing at least one of said active modules (7), said frames (16) and a corresponding nozzle-bearing lamina (17, 62, 72, 78).

23. Process according to claim 22, **characterized in that** step b also includes tracing on said surface (20) of said plate (22) the contour (30) of said aperture (5) and the contours (33, 34) of areas of dispensation of adhesive for mounting said active modules (7) on said plate (22).

24. Process according to claim 22, **characterized in that** step c also includes making said longitudinally elongated slot shape apertures (5) of said active modules (7), following said traced contour (30).

26. Process according to claim 22, **characterized in that** step d is preceded by the operation of applying an adhesive inside said areas of dispensation (30, 33).

27. Process according to claim 22, **characterized in that** step e is preceded by the operation of applying an adhesive inside an area of dispensation (34) surrounding said active modules (7), for gluing said frame (16).

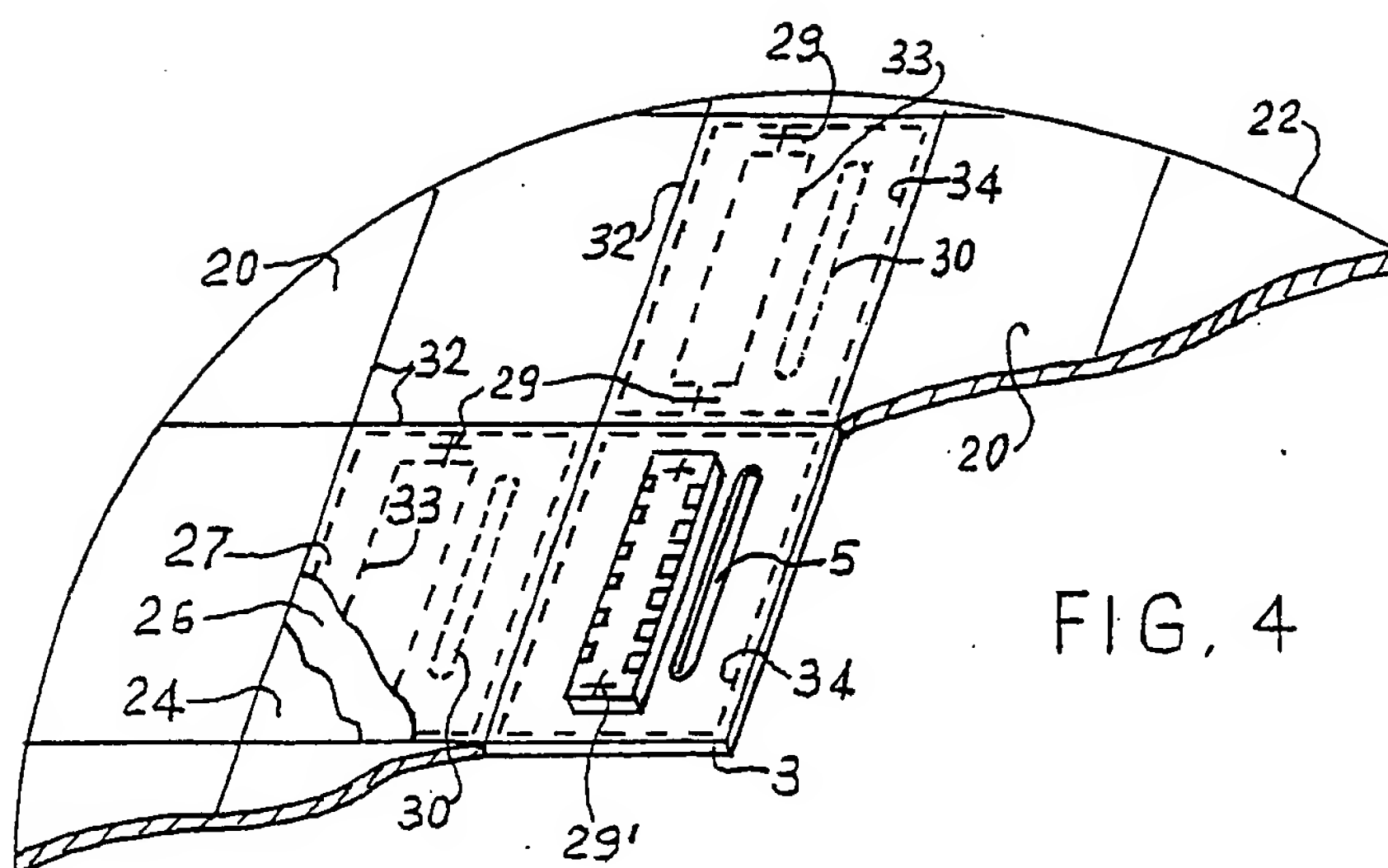
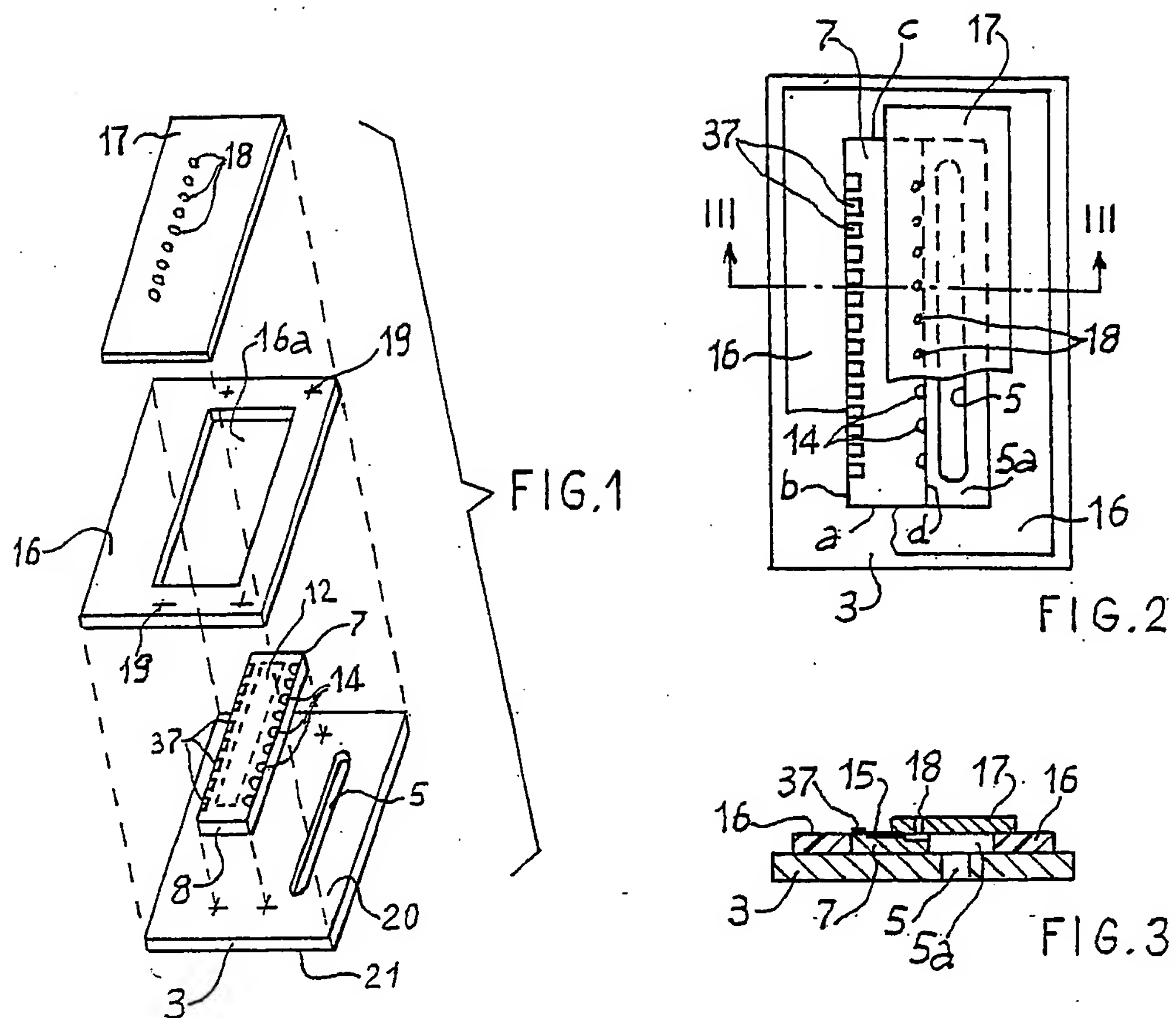
28. Process according to claim 22, **characterized in that** step f also includes said lamina (17, 62, 72, 78) being positioned in part on top of said

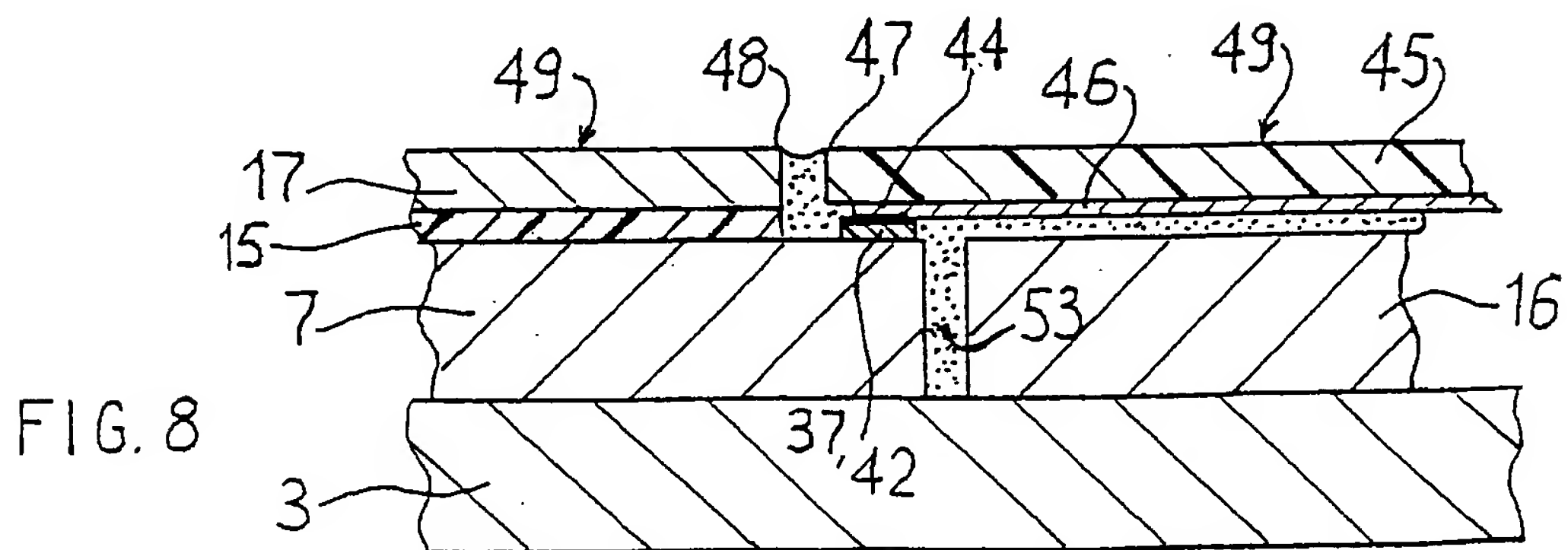
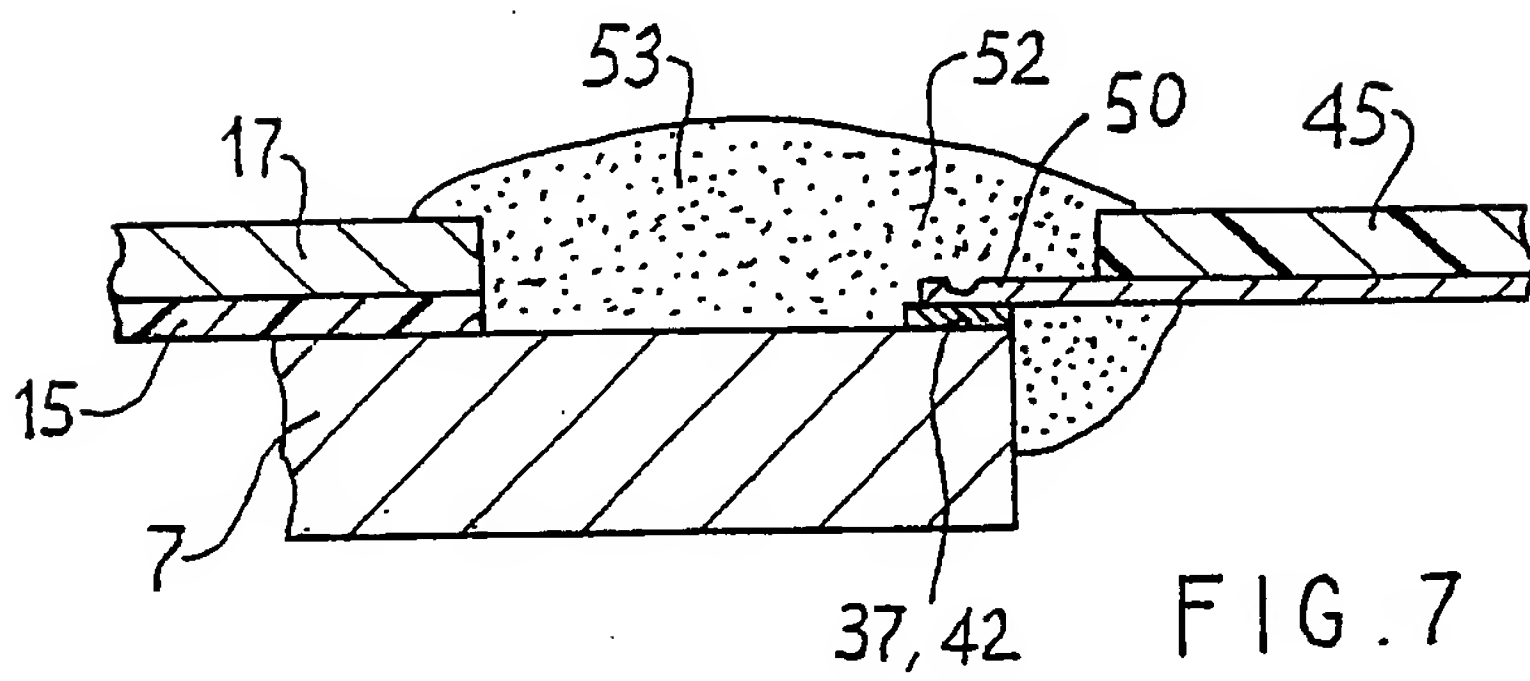
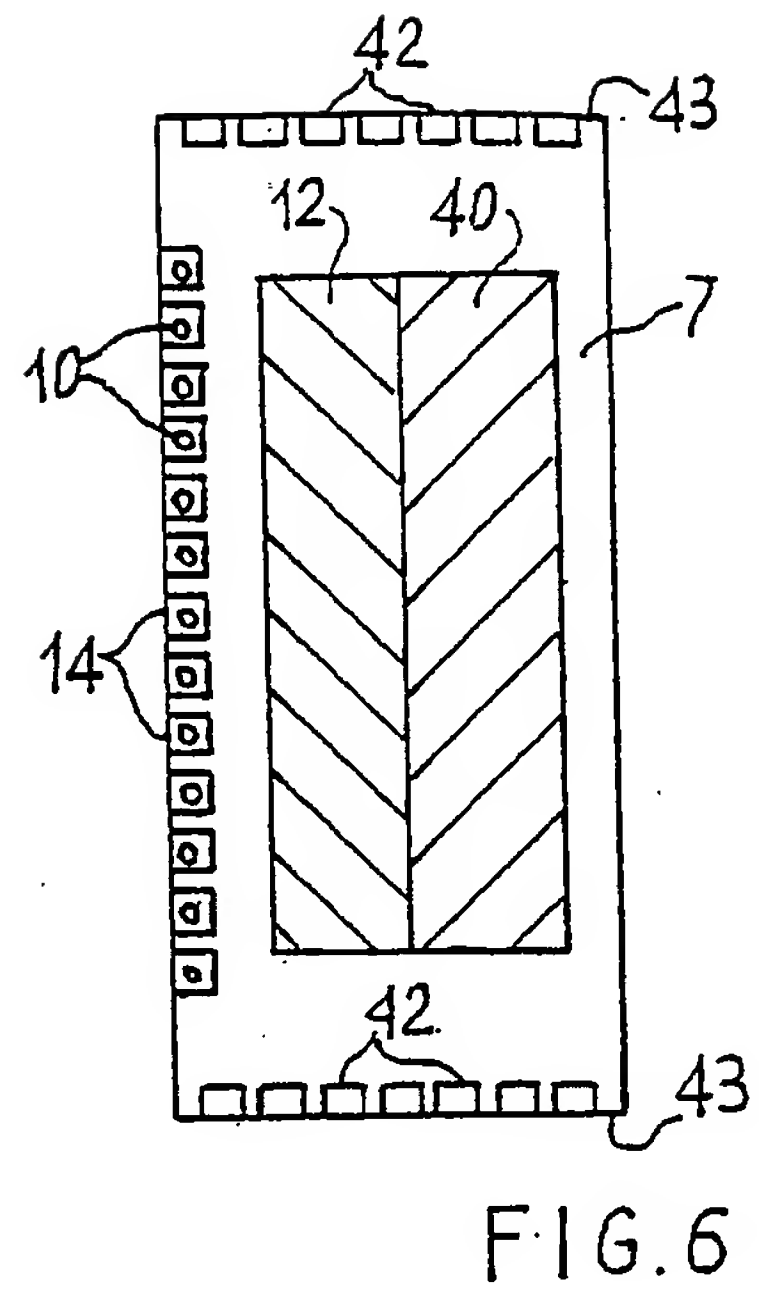
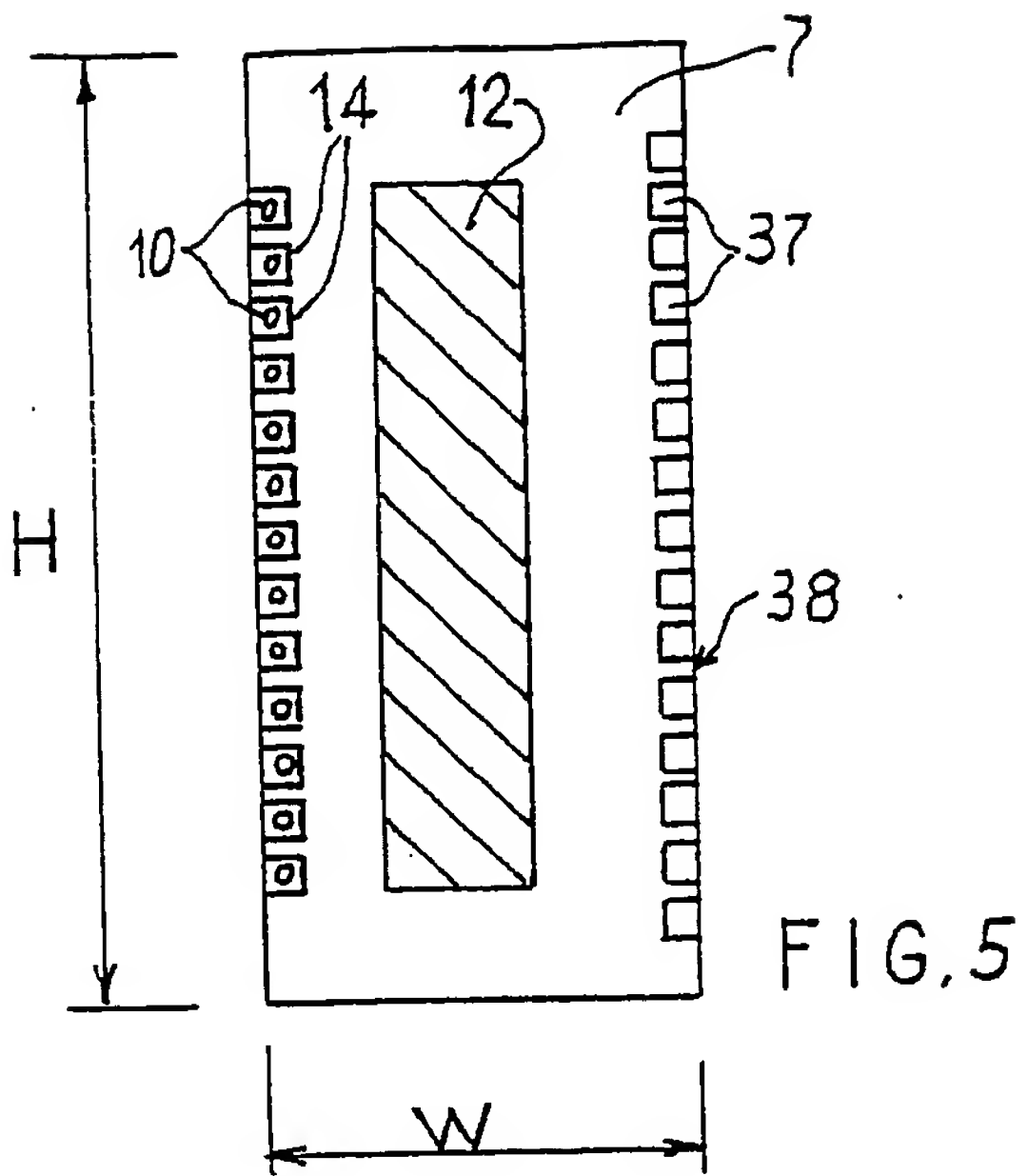
at least one active module (7), and in part on top of said frame (16), and the mounting being performed by pressing at a controlled temperature and for a controlled duration.

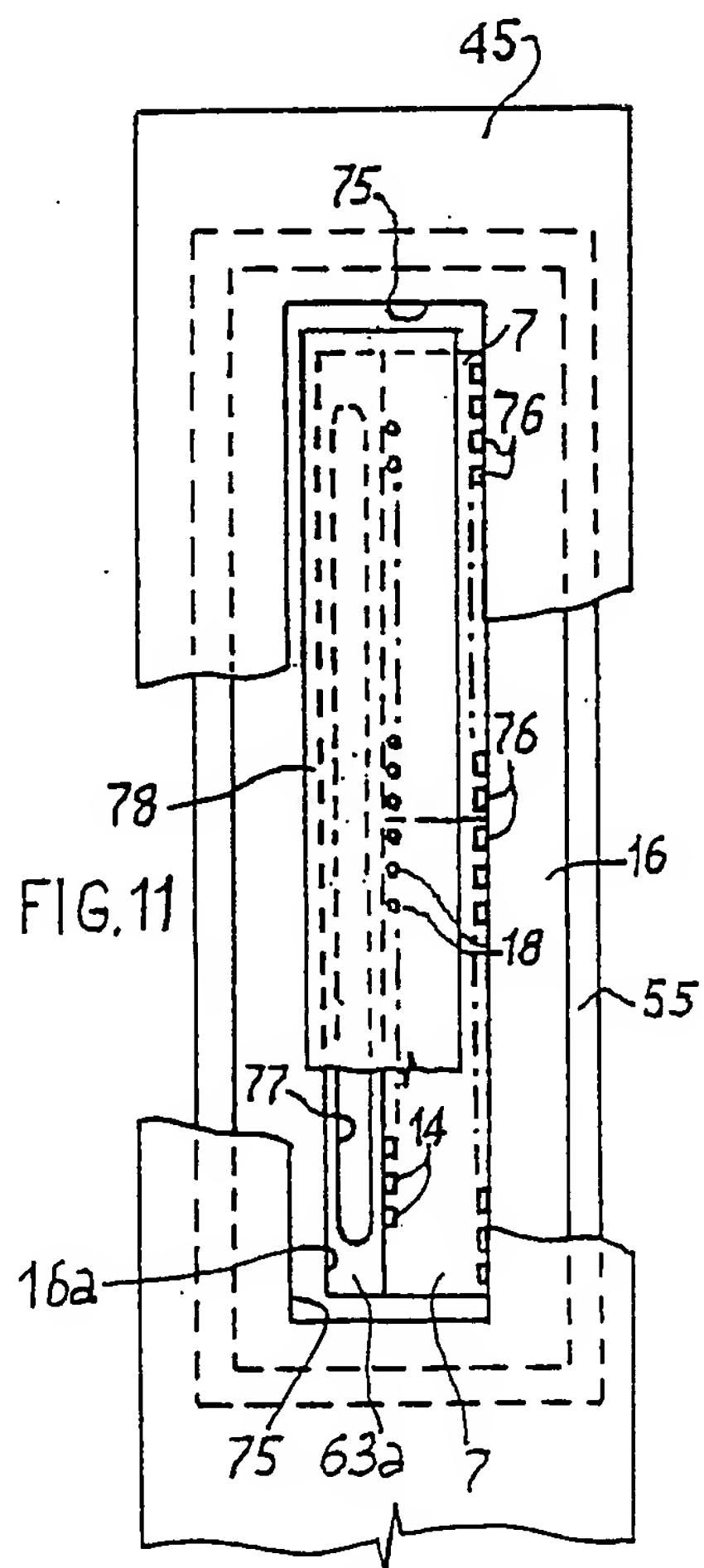
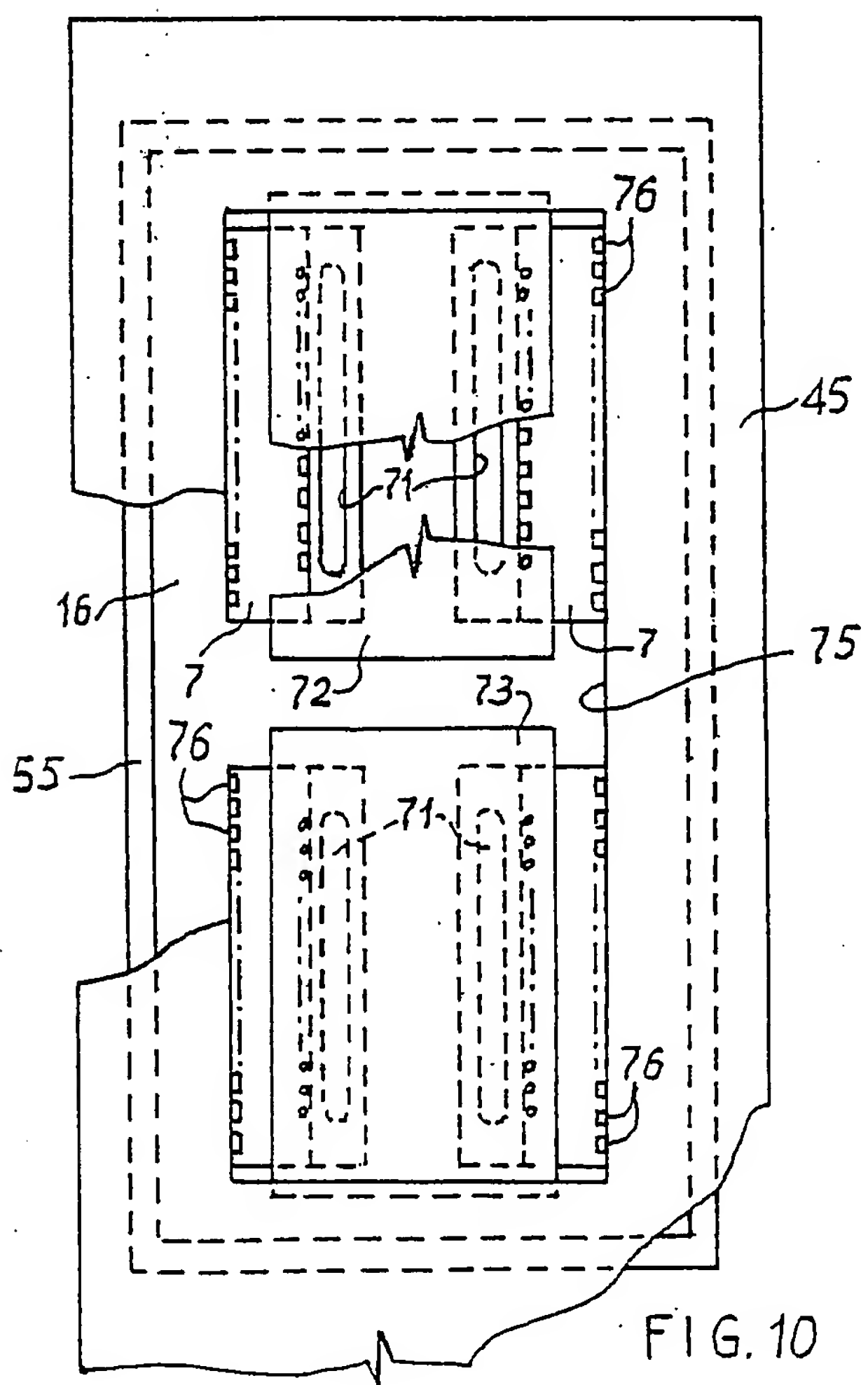
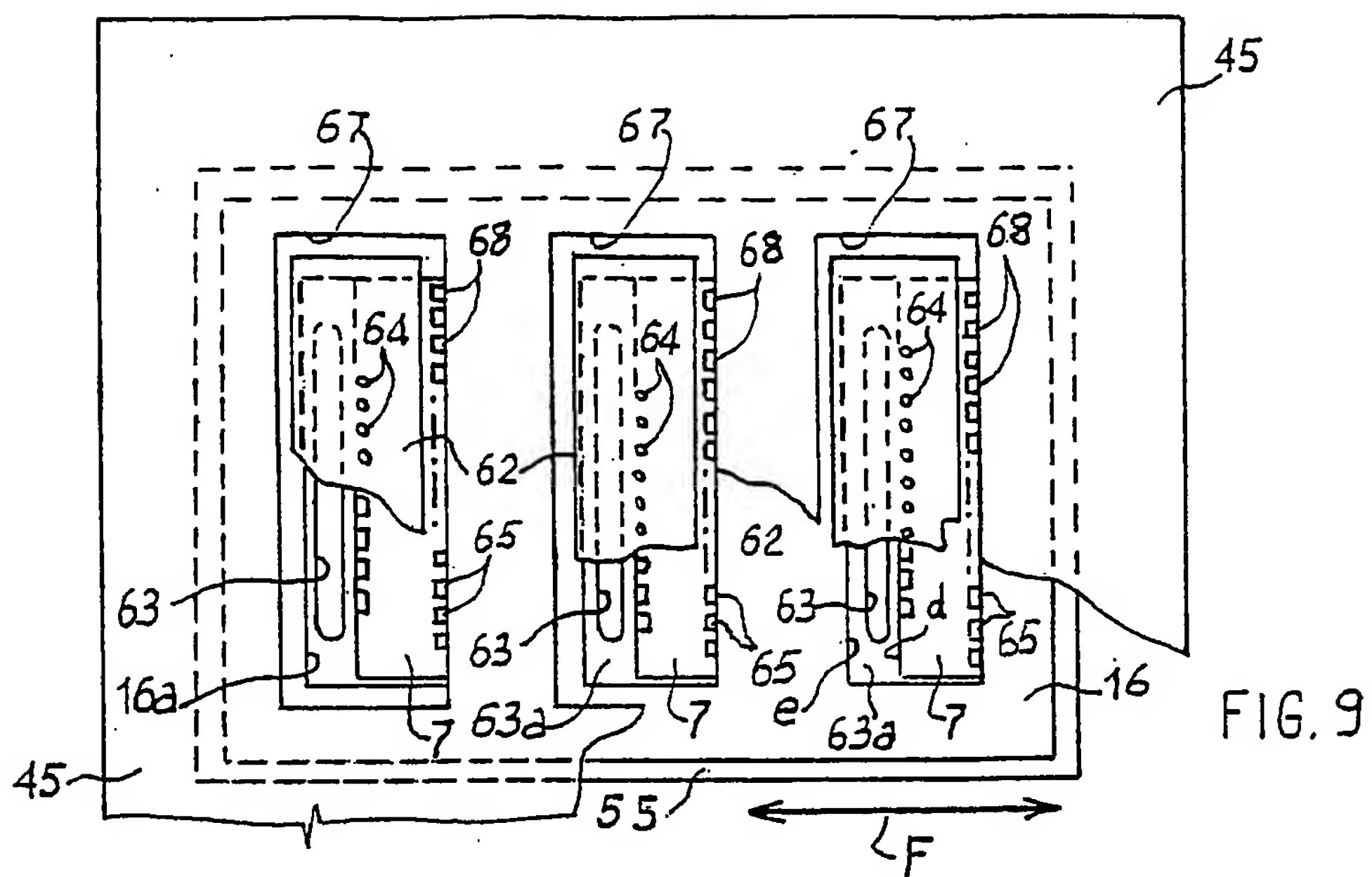
29. Composite, ink jet printhead and relative manufacturing process,
5 substantially as described, with reference to the figures in the accompanying drawings.

ABSTRACT

The composite printhead (1) is made up of an active module (7), consisting of a thin plate (8) of silicon, on which a plurality of chambers (14) is produced, housing corresponding heating resistors (10), electrically
5 connected through an interconnection network to corresponding external contact pads (37, 42), and of a support element (3) for the active module, in turn consisting of a portion of plate (22) of a rigid, insulating material, provided with an elongated slot shape, ink feeding duct (5), traversing the thickness of the support element (3). The active module (7) is built
10 separately from the support element (3) and later mounted integrally upon the support element (3). Also mounted later to the support (3) is a frame (16) surrounding the active module (7) to provide hydraulic sealing. Finally the module (7) and the frame (16) are covered with a metallic or resin lamina (17), bearing an array of nozzles (18) aligned with and facing the
15 ejection chambers (14).







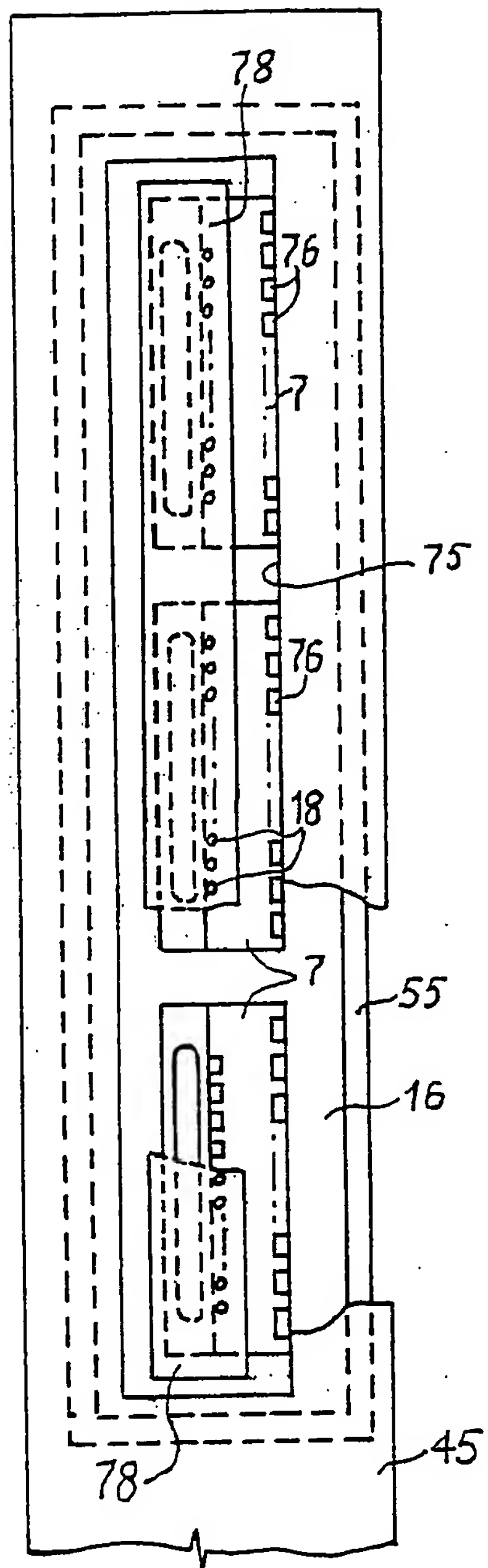


FIG. 12

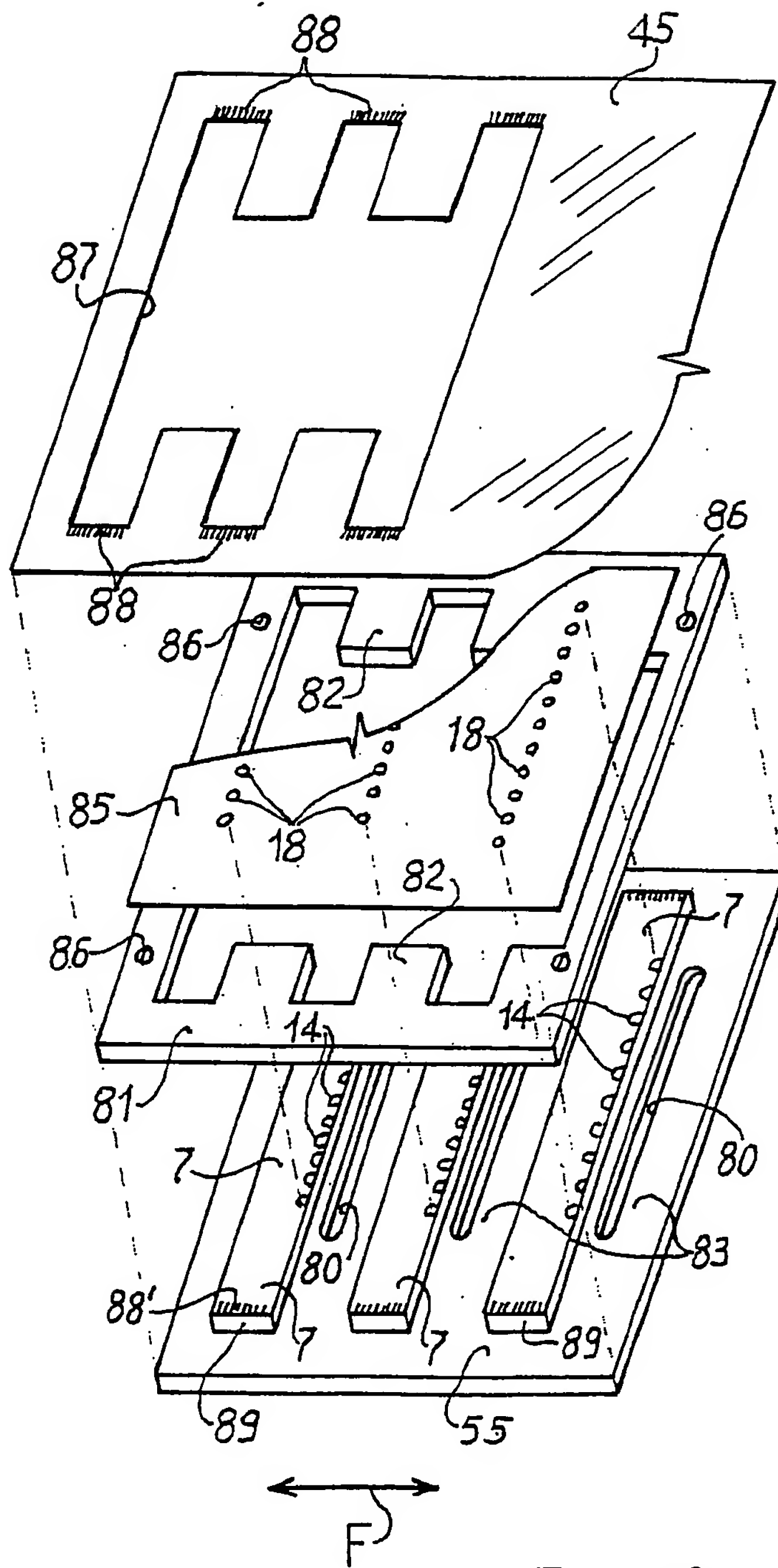


FIG. 13

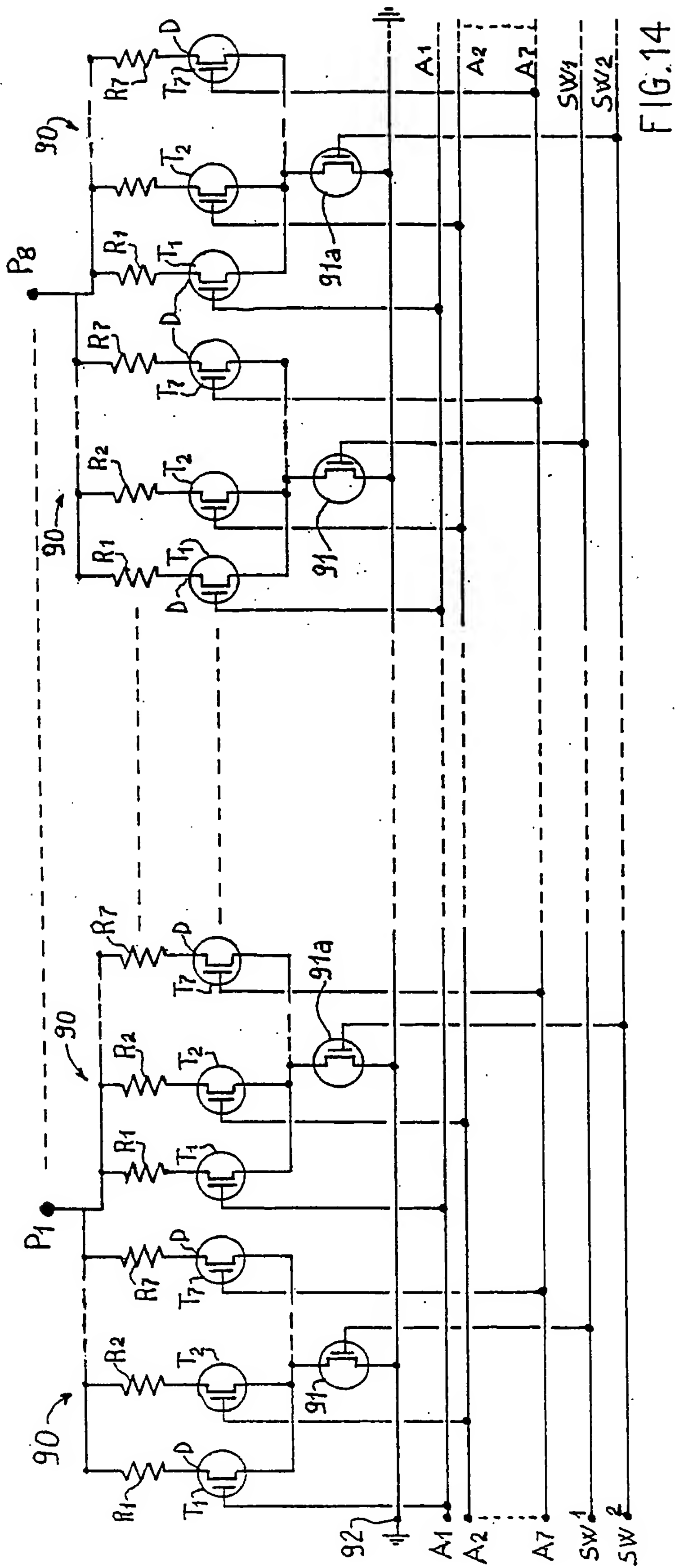


FIG. 14

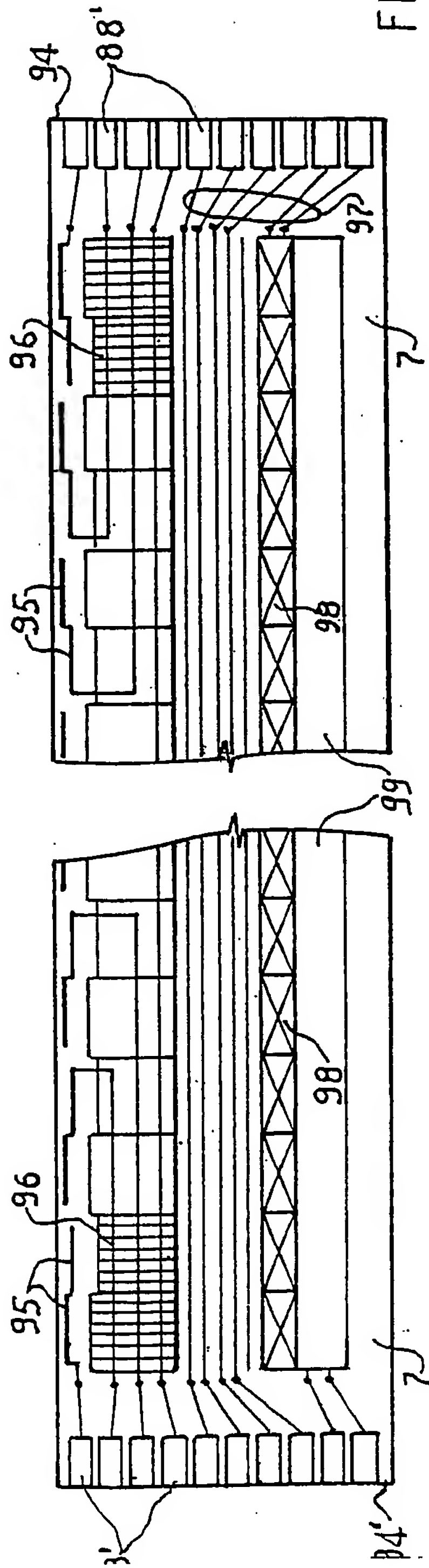


FIG. 15

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.